

Anna Salmensuu

# Energiatuotantomuodon vaihdon kannattavuus sähkölämmitteisessä omakotitalossa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

25.5.2015

Tekijä Otsikko Sivumäärä Aika	Anna Salmensuu Energiatuotantomuodon vaihdon kannattavuus sähkölämmittisessä omakotitalossa 37 sivua + 6 liitettä 25.5.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniika
Suuntautumisvaihtoehto	LVI, tuotantopainotteinen
Ohjaaja	lehtori Hanna Stammeier
<p>Tämän insinöörityön tarkoitus on selvittää, kannattako pientalossa vaihtaa nykyistä energia- tuotantomuotoa. Työssä vertailtavat lämmitysjärjestelmät ovat maalämpö, pellettikattila ja aurinkolämpö suoran sähkölämmityksen rinnalla.</p> <p>Kohteena on 1980-luvulla valmistunut, pinta-alaltaan 129 m<sup>2</sup>:n omakotitalo Vantaalla. Ra- kennuksen lämmitysenergian- ja tehontarve laskettiin lähtötietojen perusteella, käyttämällä kaavoja Suomen rakennusmääräyskokoelman osasta D5 Rakennusten energiakulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta.</p> <p>Tämän jälkeen pyydettiin tarjouksia eri maalämpö- ja LVI-urakoitsijoilta. Tarjoukset analy- soitiin ja vertailtiin keskenään. Kun investointikustannukset olivat selvinneet, laskettiin joka järjestelmälle korollinen takaisinmaksuaika. Maalämmöstä ja pellettilämmityksestä tehtiin elinkaarivertailu.</p> <p>Kannattavuustarkastelussa kävi ilmi, ettei nykyistä lämmitysmuotoa kannata tämän kokoi- sessa kiinteistössä todellisuudessa vaihtaa. Pellettilämmitys tulee vaihtoehtoista taloudel- lisesti edullisimmaksi, mutta sen vaatimat muutostyöt ja työläs ylläpito eivät muilta osin puolla ratkaisua.</p>	
Avainsanat	energiamuoto, maalämpö, puupelletti, aurinkolämpö

Author Title Number of Pages Date	Anna Salmensuu Profitability of heating energy form change in single family house with direct electric heating 37 pages + 6 appendices 24 April 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	HVAC Engineering, Production Orientation
Instructor	Hanna Stammeier, Lecturer
<p>The purpose of this final year project was to study the profitability of changing the heating energy form in a small single family house. The comparison was done with computational methods and the system compared were ground heat, wood pellet boiler and direct electric heating with solar heating.</p> <p>A small single family house in Vantaa was used as sample case. The 129 m<sup>2</sup> house with electric heating was built in 1980s. First, the building's need of heating energy and heating power were calculated with formulas from the National Building Code of Finland part D5 – Energy consumption and heating power calculations for buildings.</p> <p>Second, requests for quotation were sent to HVAC and ground heating contractors. The quotations were analyzed and compared with each other. Once the investment costs were now known, the payback period could be calculated because. Furthermore, a life cycle cost comparison was made with the results of ground heating and wood pellet heating.</p> <p>The profitability study showed that it does not pay off to change the current form of heating energy.</p> <p>Wood pellet heating would be the best choice if one looks options solely by financial point of view. Renovation would be arduous and would need big structural changes in the building. Also wood pellet heating needs a lot of attention and maintenance to work properly.</p>	
Keywords	heating energy form, ground heat, wood pellet boiler, solar heating

## Sisällys

1	Johdanto	1
2	Tutkimusmenetelmät	2
3	Lämmitysratkaisujen tekniikka	3
3.1	Maalämpö	3
3.1.1	Maalämpöjärjestelmän toiminta	5
3.1.2	Pumpputyypit	6
3.1.3	Hyödynnettävyys peruskorjaus kohteessa	7
3.1.4	Hyödyksi saatava energia ja laitteen energiankulutus	7
3.2	Pellettikattila	7
3.2.1	Kiinteän polttoaineen kattilajärjestelmän toiminta	8
3.2.2	Hyödynnettävyys peruskorjauskohteessa	9
3.2.3	Hyödyksi saatava energia ja laitteen energiankulutus	10
3.3	Aurinkolämpö	10
3.3.1	Toiminta	11
3.3.2	Hyödynnettävyys peruskorjauskohteessa	12
3.3.3	Hyödyksi saatava energia ja laitteen energiankulutus	13
4	Kohteen tiedot	13
4.1	Kohteen esittely	13
4.2	Lämmitystarvelaskelmat	15
4.2.1	Lämmitysenergiantarve	15
4.2.2	Lämmitystehontarve	19
4.3	Mitattu energiankulutus	20
5	Tarjousprosessi	20
5.1	Tarjousten sisältö	21
5.2	Tarjoukset	22
5.2.1	Lämpöyökköset Oy	23
5.2.2	Senera Oy	24
5.2.3	Tom Allen Oy	25
6	Elinkaarilaskenta	25

7	Tulokset	26
7.1	Energialaskenta	26
7.2	Ostoenergia ja energiakustannukset	28
7.2.1	Maalämpö	28
7.2.2	Pellettikattila	29
7.2.3	Aurinkolämpö	30
7.3	Elinkaarilaskenta	31
7.3.1	Maalämpö	31
7.3.2	Pellettikattila	32
7.3.3	Aurinkolämpö	33
7.4	Tulosten yhteenveto	33
8	Johtopäätökset	34
	Lähteet	36
	Liitteet	
	Liite 1. Lämpöykköset Oy:n maalämpöpumpputarjous	
	Liite 2. Senera Oy:n maalämpöpumpputarjous	
	Liite 3. Tom Allen Oy:n maalämpöpumpputarjous	
	Liite 4. Tilastokeskuksen kuvio: sähkön hinta kuluttajatyypeittäin	
	Liite 5. Energian hintakehitys pienkiinteistöissä vuosina 2002 – 2015	
	Liite 6. Elinkaarilaskennan tulokset	

## 1 Johdanto

Työn tarkoituksena on selvittää, miten ja millaisilla kustannuksilla Vantaalla sijaitsevasta suorasähkölämmitteisestä omakotitalosta saataisiin muutettua energiatehokkaampi lämmitysjärjestelmäremontin avulla. Työssä vertaillaan eri energiamuotoja ja niiden hyötyjä.

Kun omakotitaloon tehdään perusparannus nykypäivänä, tämä hyödyttää kaikkia rahallisesti kuin ekologisestikin. Esimerkiksi vaihtamalla uudet ikkunat tai lisäämällä yläpohjan eristeitä saadaan talosta tehtyä tiiviimpi ja energiatehokkaampi. Näin säästetään lämmityskustannuksissa.

Ensimmäinen maalämpöbuumi koettiin 1980-luvulla. Myynnissä olleet pumpput eivät yltäneet markkinoinnin asettamiin lupauksiin, ja niiden myynti ja asentaminen jäi vähäiseksi. Vuosien varrella on tekniikan taso parantunut, ja nyt maalämmön käyttö ja asentaminen on kilpailukykyinen vaihtoehto.

Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D3 Rakennusten energiatehokkuus määritellään E-luku seuraavasti:

” E-luku on energiamuotojen kertoimilla painotettu rakennuksen vuotuinen ostoenergiankulutus rakennustyyppin standardikäytöllä lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku saadaan laskemalla yhteen ostoenergian ja energiamuotojen kertoimien tulot energiamuodoittain.” [11]

E-luvun yksikkö on kWh/m<sup>2</sup> a eli kWh lämmitettyä nettoalaa kohden. E-luku 120–150 m<sup>2</sup>:n kokoisissa uusissa pientaloissa pitää olla välillä 162–204. E-lukua laskettaessa saadaan huono kerroin, kun lämmitysmuotona on suora sähkölämmitys. E-lukua parantavat rakennukseen tehdyt perusparannustoimenpiteet, kuten ovien ja ikkunoiden vaihto, eristyksen lisääminen ja lämmitysmuodon vaihto. Hyötynä energiaremontista saadaan rakennuksen kokonaisenergiankulutuksen parantuminen ja taloudelliset säästöt pidemmällä aikavälillä.

Kohderakennuksen nykyiset sähköpatterit ovat yli 20 vuotta vanhat ja ovat tulleet teknisen käyttöikänsä päähän. [21]

Pattereiden vaihdon yhteydessä on hyvä tarkastella myös muita energiantuotantomuotoja vaihtoehtona nykyiselle lämmitysmuodolle. Lämmitysmuodon vaihto voi tulla pidemmällä aikavälillä kannattavammaksi kuin nykyinen suora sähkölämmitys, vaikka osassa lämmitysjärjestelmiä alkuinvestoinnit ovat suuret.

## 2 Tutkimusmenetelmät

Ennen energiamuodon vaihtoon ryhtymistä on syytä selvittää mitä kyseinen remontti vaatii. On tehtävä tarpeelliset energiakustannuslaskelmat saatavan hyödyn ja ostoenergian osalta. On myös selvitettävä kannattaako remontti rahallisesti eli maksaako järjestelmä itseään takaisin realistisessa ajassa, esimerkiksi 5–15 vuodessa.

Laskelmissa käytetään avuksi Suomen rakentamismääräyskokoelman osia C4 Lämmitys, D3 Rakennusten energiatehokkuus ja D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehon-tarpeen laskenta. Kaavat on esitelty luvussa 4.2 Lämmitystarpeen laskenta. Laskenta etenee järjestelmällisesti. Ensin lasketaan rakennuksen lämmitystehontarve ja sen jälkeen lämmitysenergian tarve. Nämä määrittävät lämmityslaitteiston tehon ja valittavan järjestelmän kokoluokan.

Kun tarvittavat laskelmat on saatu tehtyä, voidaan lähettää tarjouspyynnöt. On hyvä olla selvillä kohteen suuruusluokasta, kun tarkastaa saatuja tarjouksia. Tavarantoimittajat mitoittavat omalta osaltaan kohteen. Saadut tarjoukset tulee vertailla huolellisesti. Tarjoukset on tarkastettava kunnolla ja on kiinnitettävä huomiota siihen, mitä tarjoukset rajaavat urakasta ulos. Toimitussisällöissä saattaa esiintyä paljon vaihtelua toimittajien kesken. Lisäksi tarjoukset eivät välttämättä ole kaikilta osin suoraan vertailukelpoisia.

Kun tiedossa on tulevan laitteiston investointikustannukset voidaan selvittää sen elinkaarikustannukset ja takaisinmaksuaika. Elinkaarikustannusvertailu tehdään käyttämällä Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy:n elinkaarikustannuslaskin SAKUa. Takaisinmaksuaika lasketaan 3 %:n korolla, joka on lähellä nykyisiä asuntolainojen korkoja.

Energiantuotantomuotoina on hyvä vertailla useampaa mahdollista lämmitysvaihtoehtoa, kuten kattilalämmitystä, maalämpöä ja mahdollisuutta tuottaa lämmin käyttövesi aurinkolämmön avulla.

### 3 Lämmitysratkaisujen tekniikka

Tässä luvussa käydään läpi työssä käsiteltävien lämmitysmuotojen tekniikkaa pääpiirteittäin sekä niiden hyödynnettävyyttä peruskorjauskohteissa.

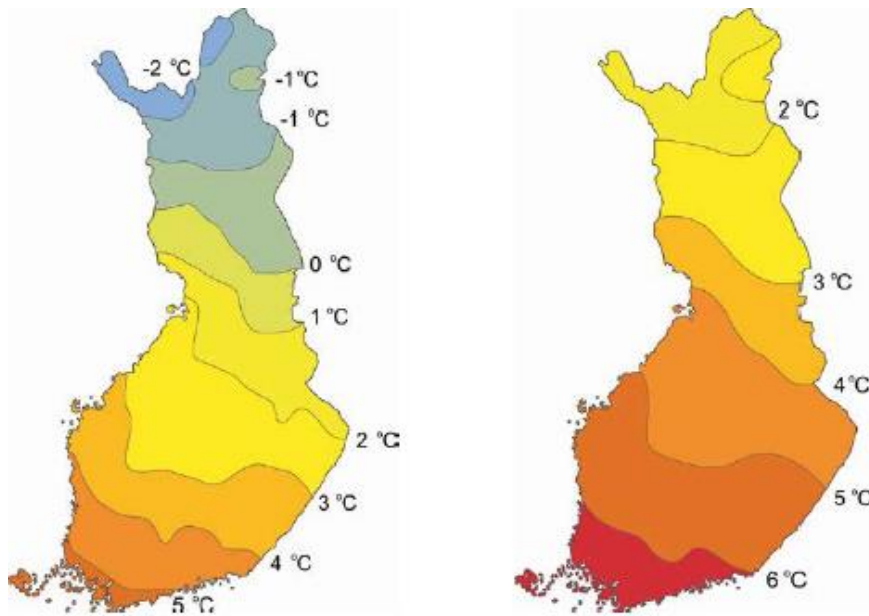
#### 3.1 Maalämpö

Maalämmöstä puhuttaessa tarkoitetaan sekä maa- ja kallioperään varastoitunutta lämpöenergiaa eli toisin sanoen maahan varastoitunutta auringon tuottamaa lämpöenergiaa ja geotermistä energiaa eli geolämpöä. Geoterminen energia ei ole vain auringon tuottamaan lämpöä, vaan se on pääosin tulos radioaktiivisesta toiminnasta maankuoressa. [1]

Auringon lämpö pääsee tunkeutumaan noin 14–15 metrin syvyyteen maankuoreen pinnan pintakerrosten vuotuisen keskilämpötilan muutaman asteen ilman vuotuisen keskilämpötilan yläpuolella. Koska Suomen maaperän kivilajien lämmönjohtavuus ei ole kaikilla samanlaista, esiintyy tästä syystä maan lämpötilassa vaihtelua alueittain ja jopa paikoittain. Tämän lisäksi alueelliset erot teknisessä infrastruktuurissa toimivat myös merkittävänä vaikuttajana. Maan lämpö on kuitenkin pääosin vakiintunut esimerkiksi Etelä-Suomessa 5–6 asteen tienoille. Ilman ja maankuoren lämpötilan yhteys on esitetty graafisesti kuvassa 1. Huomattavaa kuvassa on se, että mitä pohjoisemmaksi mennään, sitä kylmempää maaperä on. Lämpötila on kaupunkialueella korkeampi kuin rakentamattomassa ympäristössä esimerkiksi luonnontilaisessa metsässä. [2, s. 7.]

Syvemmillä alkaa lämpeneminen radioaktiivisen toiminnan vuoksi. Geoenergia nostaa kuoren lämpötilaa noin 0,5–1 astetta /100 m. Maalämpökaivot porataan pientaloissa yleensä noin 100–150 m:n syvyyteen. [4]



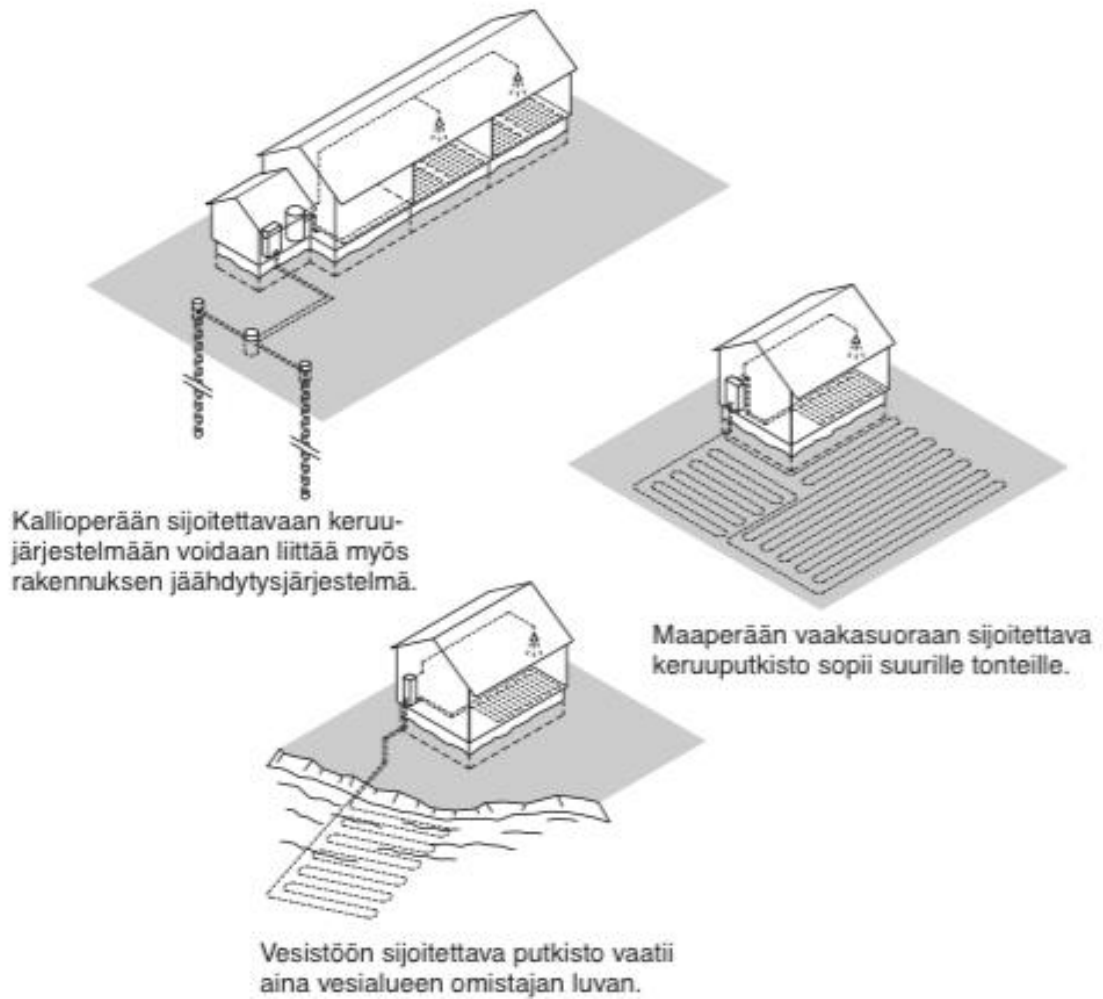


Kuva 1. Vasemmalla ilman vuotuinen keskilämpötila ja oikealla maakuoren pintakerrosten keskilämpötila vertailukaudella 1971–2000 [2]

Maassa itsessään on siis geotermistä energiaa. Suomessa, jossa meillä on laajalti peruskalliota lähellä maanpintaa, on geoterminen energia eli geoterminen lämpö suhteellisen helposti saatavilla. Näitä lämmönlähteitä voidaan hyödyntää poraamalla joko maalämpökaivoja tai sitten tekemällä maalämpökenttä.

Maalämpökenttä voidaan rakentaa, jos kiinteistöllä on käytössä paljon tyhjää pinta-alaa eli iso tontti tai lähellä on vesistö. Kenttää vesistöön tehtäessä keräyspiiri ankkuroidaan painoilla suotuisan vesistön pohjalle ja maassa se haudataan maahan noin metrin syvyydelle, riippuen urakoitsijasta ja paikasta. Maalämpökaivoja voi olla kohteella useitakin, sillä usein yhdellä kaivolla ei yleensä saada tarpeeksi lämpöä, jos rakennuksella on kokoa. [2, s. 7.]

Samasta kentästä on saatavissa myös jäädytystä kesäisin. Näin ollen voidaan maakenttää tai energiakaivoa niin sanotusti ladata kesäisin ja siten lisätä talvisin saatavaa lämpöä käyttöön. Jäähdytys vaatii, että rakennuksen ilmastointikoneessa on jäähdytyspat-  
teri. [2, s. 10.]



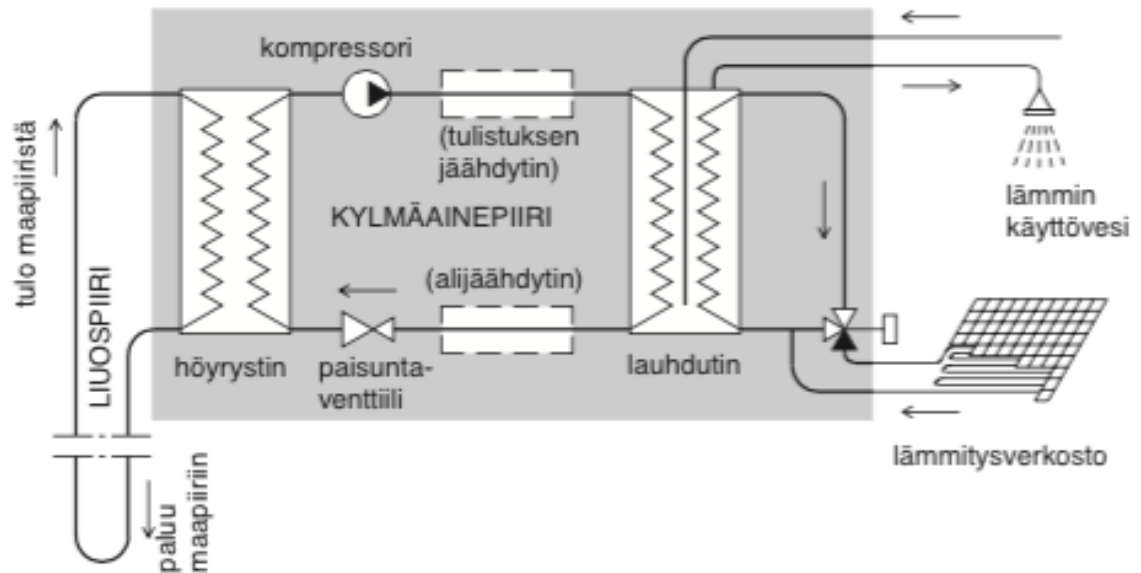
Kuva 2. Erilaisia maalämmön keruutapoja [3]

### 3.1.1 Maalämpöjärjestelmän toiminta

Järjestelmä koostuu, voimakkaasti yksinkertaistaen, kahdesta komponentista; keräyspiiristä ja pumppu-keräinyksiköstä.

Keräinpiirissä kiertää keräysneste, joka varastoi itseensä maanlämmön. Neste tuo lämmön mukanaan kompressorille, joka pyörittää keräysnestettä, ja luovuttaa lämmön lauhduttimen kautta lämmitysverkostoon. Neste palaa höyrytimen kautta keräyspiiriin. Lämmitysverkostossa kiertävää vettä pyörittää oma pumppu, joka on irrallinen suhteessa lämmönkeruu yksikköön. Prosessi on nähtävissä kuvassa 3.

Jos halutaan lämmintä käyttövedtä tehokkaammin, voidaan valita pumppu jossa on tulistimen jäähdytin. Tässä osassa kiertopiiriä siirretään kuumin lämpö käyttöveden lämmitykseen ja loppu lämpö lämmitysverkostoon. [3, s. 2–3]



Kuva 3. Maalämpöjärjestelmän toimintaperiaate [3]

### 3.1.2 Pumpputyypit

Maalämpöpumppuja on muutamaa eri päätyyppiä, koska yksi ja sama malli ei ole sovelias jokaiseen kohteeseen.

#### Pumppu integroidulla varaajalla

Integroidulla varaajalla varustettu maalämpöpumppu tarkoittaa pumppulaitetta, jossa varaaja on sisäänrakennettu. Lauhdutin luovuttaa lämmön ensin varaajalle käyttöveden lämmityksen ja sitten lämmitysverkostoon. Järjestelmää kutsutaan myös kaksoisvaippa-varaajaksi. [3, s. 4.]

## Pumppu erillisellä varaajalla

Erillisellä varaajalla varustetussa järjestelmässä tulistuksen jäähdytin luovuttaa kuumimman lämmön ensin käyttöveden lämmitykseen ja sen jälkeen vasta lämmitysverkostoon. Varaajassa on lämmityskierukka, jolla käyttövesi loppukuumennetaan. [3, s. 4.]

### 3.1.3 Hyödynnettävyys peruskorjaus kohteessa

Maalämpöjärjestelmää voidaan hyödyntää erinomaisesti peruskorjauksessa, jos kohteessa on aikaisemmin ollut jo vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä. Jos kohteessa ei ole aikaisemmin ollut vesikiertoista lämmitysjärjestelmää, tulevat alkuvaiheen investointikustannukset suuremmiksi. Kustannuksen suuruuden määrittää pääasiassa se asennetaanko kohteeseen lattialämmitys vai toteutetaanko se seinäradiaattoreilla. Kustannukset rakennustöiden osalta jäävät pienemmiksi, jos kohteeseen ei olla tekemässä peruskorjausta vaan kyseessä on pelkästään lämmitysjärjestelmän saneeraus. [5]

### 3.1.4 Hyödyksi saatava energia ja laitteen energiankulutus

Maalämpöpumppuyksikkö valitaan kohderakennuksen lämmitystehotarpeen laskennan mukaan. Se voidaan mitoittaa osa- tai täysitehoiseksi.

Osatehomitoituksella toimiva lämpöpumppu tuottaa lämmitysenergian vuositarpeesta 80–95 % vaikka se on mitoitettu vain 50–70 %:iin rakennuksen lämmitystehontarpeesta. Täystehomitoituksessa lämpöpumppu on mitoitettu rakennuksen huipputeholle. Tässä ratkaisussa tuotetaan kaikki lämmitysenergia vain lämpöpumpulla. Silloin on oltava valmiit varustamaan järjestelmä suuremmalla varaajalla. [3, s. 5.]

## 3.2 Pellettikattila

Pellettikattila on lämpölaitos, joka tuottaa lämmitysenergiaa käyttäen lähteenään puupellettejä. Se tarvitsee oman pannuhuoneen ja lisäksi pelleteille oman siilon sekä hormin savukaasujen poistoon.

Puupelletit ovat sahanpurusta ja hiontapölystä puristamalla valmistettuja pieniä sylinterin muotoisia polttoainepatruunoita. Materiaalia pelletteihin saadaan puusepän- ja sahateollisuuden sivutuotteena. Pelletit ovat kotimaista polttoainetta ja ne ovat hyvä lämpöenergian lähde. [8]

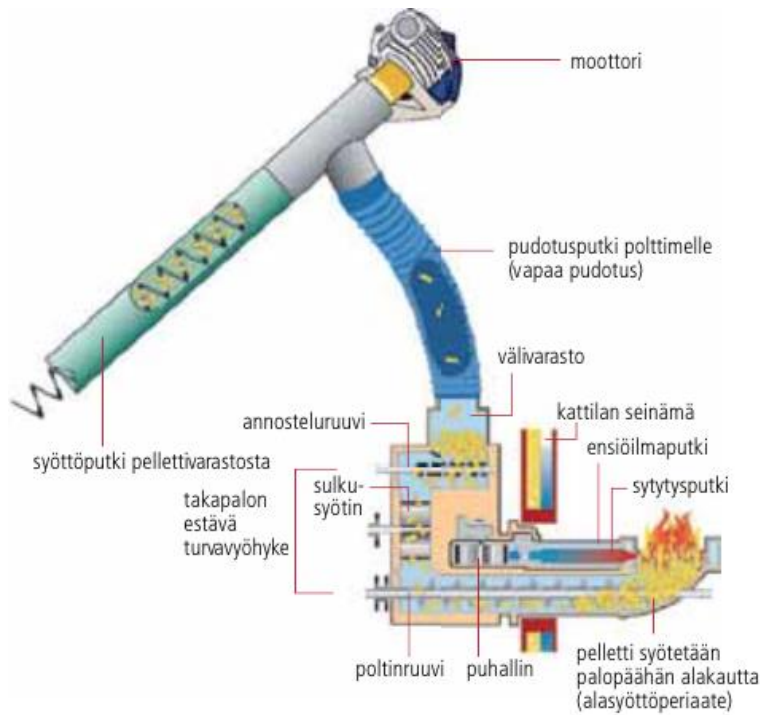
### 3.2.1 Kiinteän polttoaineen kattilajärjestelmän toiminta

Kattiloita on erilaisia ja niillä voidaan tuottaa lämmitysenergiaa erilaisia energiahyödykeitä polttaen. Perusperiaatteena on kuitenkin tuottaa lämmintä vettä käyttöön tai lämmitysverkostoon.

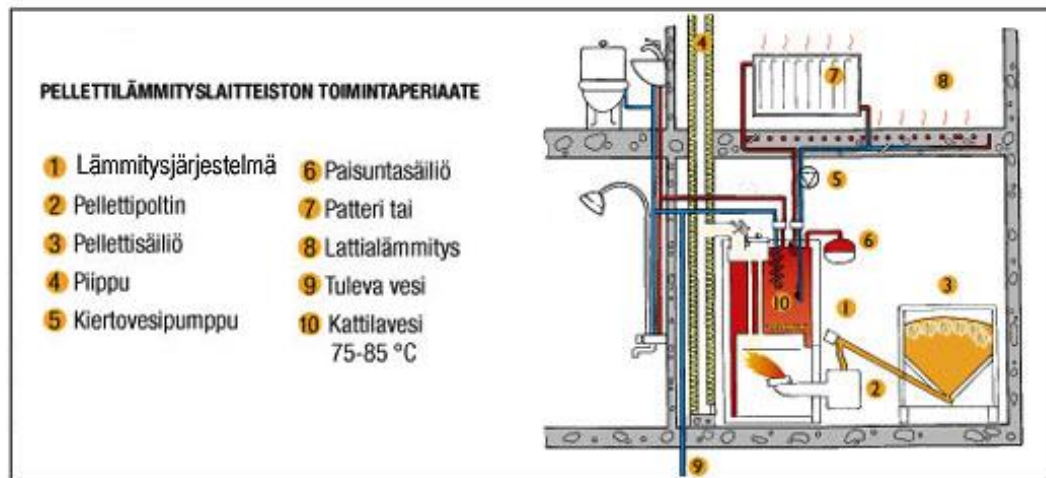
Puupellettejä käyttävä lämmitysjärjestelmä koostuu karkeasti ottaen viidestä pääkomponentista: siilosta, polttimesta, kattilasta, verkostosta ja ohjausautomaatiikasta. Ohjausautomaatiikkaa hoitaa pitkälti järjestelmän toiminnan ohjauksen. Käyttäjälle jää ainoastaan toiminnan tarkkaileminen ja ylläpitävät huoltotoimenpiteet sekä huollon tilaaminen vikatilanteessa.

Kuvassa 5 havainnollistetaan koko järjestelmän toimintaa. Siinä on myös esitetty, mitä komponentteja järjestelmään kuuluu. Kuvassa 4 on esitetty itse polttimen toiminta.

Polttoprosessi etenee seuraavasti: kartion muotoisessa siilossa olevat puupelletit kulkeutuvat syöttöruuvia pitkin polttimeen. Polttimessa ne kulkeutuvat palotilaan alateitse ja syttyvät siellä palamaan. Savukaasut siirtyvät kattilan konvektio-osaan, jossa ne luovuttavat lämmön kattilan vesisäiliöön. Yleensä kaikki kiinteän polttoaineen kattilat on varustettu myös sähkövastuksella, jos polttoaineen syöttöön sattuisi tulemaan vika. Näin turvataan lämpimän veden saanti akuuteissa vikatilanteissakin. [7, s. 8.]



Kuva 4. Puupelletin polttoprosessi [7]



Kuva 5. Pellettikattilan toimintaperiaate [6]

### 3.2.2 Hyödynnettävyys peruskorjauskohteessa

Kattilan asentamista peruskorjauskohteeseen pitää harkita tarkoin, jos kohteessa ei ennestään ole sellaista ollut. Palomääräykset edellyttävät pellettikattilalle omaa pannuhuonetta, koska kattilassa tuotetaan lämmitysenergiaa polttamalla energiahyödykkeitä.

Pannuhuone on rakennettava siten, että se on onnettomuuden sattuessa paloturvallinen eli se on palo-osastoitu suhteessa muuhun rakennukseen. [10] Siilon on oltava myös oma osastonsa, sillä sinne saattaa pellettien hajoamisen sivutuotteena muodostuja vaarallisia kaasuja tai happivaje. Pelletit pölyävät, ja tila on siksi altis pölyräjähdykselle. Tila pitää pystyä tuulettamaan hyvin säännöllisin väliajoin, mikä pitää ottaa huomioon pellettien säilytystilaa suunniteltaessa. [7, s. 15.]

Siilohuoneen on hyvä sijaita pannuhuoneen vieressä, muutoin pellettien syöttö kattilalle aiheuttaa ongelmia. Pelletit syötetään kattilalle siilon pohjassa kiinni olevaa syöttöruuvia pitkin. [9]

Kattilaa tulee huoltaa säännöllisin väliajoin. Sinne ei saa päästä kertymään liikaa tuhkaa ja hormi on nuohottava kunnolla säännöllisesti. Pellettiruuvien ja kattilan toiminta on tarkastettava määrävälein. [7, s. 15.]

### 3.2.3 Hyödyksi saatava energia ja laitteen energiankulutus

Kattila valitaan kohteen koon mukaan. Laitteiden valmistajilla on erikokoisia lämmityskattiloita aina pienistä omakotitalomalleista suuriin teollisuuslaitoskattiloihin. Pienkiinteistö mallit ovat kooltaan 15 kilowatista 60 kilowattiin.

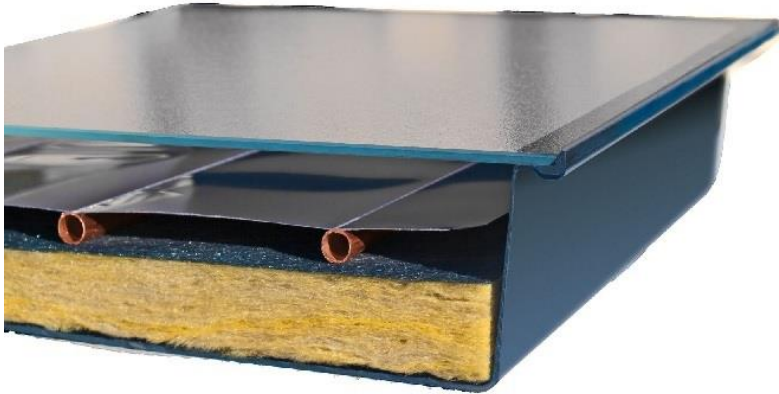
Kattila ei kuluta paljoa energiaa. Energiaa järjestelmässä kuluttavat pumppu ja sähkövastus, jos vastusta käytetään, sekä säätöautomaattikka. Lisälaitteet kuluttavat suhteellisen pienen määrän energiaa, noin 2 kWh/ m<sup>2</sup> a. [12, s. 40.]

## 3.3 Aurinkolämpö

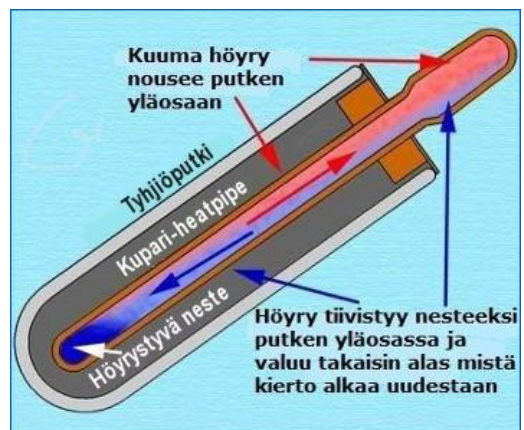
Auringosta saatavaa lämpöenergiaa voidaan hyödyntää lämmittämään käyttövettä kuin myös rakennuksia. Hyödyntämiseen tarvitaan laitteisto, jolla energia saadaan talteen. [11]

### 3.3.1 Toiminta

Aurinkolämpökeräimestä yleisesti puhuttaessa tarkoitetaan tasokeräintä. Tämän lisäksi on myös muita keräintyypppejä esimerkiksi tyhjiöputkikeräin, keskittävä keräin ja kuumailmakeräin. Kuvissa 6 ja 7 on nähtävissä tasokeräin ja tyhjiöputkikeräin.



Kuva 6. Tasokeräin Fino [25]



Kuva 7. Tyhjiöputkikeräin mallia Heat Pipe [15]

Perusperiaate on kaikissa sama: aurinko lämmittää välittäjäaineen ja välittäjäaine kuljettaa sen lämmönsiirtimelle, joka siirtää sen verkostoon. Toimintaperiaate on havainnollistettu kuvassa 8.





Kuva 8. Aurinkokeräinjärjestelmän toimintaperiaate [11]

Keräimet voidaan jakaa kahteen luokkaan: nestekiertoisiin ja ilmakiertoisiin. Nestekiertoisiin kuuluvat tyhjiöputki- ja tasokeräin. Ilmakiertoisiin taas kuumailmakeräin. Syy siihen, miksi markkinoilla on enemmän nestekiertoisia keräimiä, on siinä, että neste siirtää lämpöä tehokkaammin. Jos sama lämpömäärä haluttaisiin siirtää veden ja ilman avulla, tarvittaisiin ilmaa 4 000 kertaa enemmän. [22 s. 72.]

Tasokeräin on keräinlaatikko, jonka sisällä yleensä kuparinen absorptioputkisto. Putkisto on upotettu absorbiolevyyn, joka kasvattaa keräin pintaa. Näiden päällä on musta absorptiolevy, jolla kerätään säteily. Sitä suojaa katelasi, joka päästää läpi lämpösäteilyä helpommin läpi kuin tavallinen ikkunalasi. Kotelo on eristetty hyvin, jottei lämpö pääse karkaamaan ympäristöön. [22, s. 74.]

Tyhjiöputkikeräin koostuu tyhjiöputkista, joiden sisällä on suhteellisen matalassa lämpötilassa herkästi höyrystyvää nestettä. Putki voi olla rakenteeltaan joko yksin- tai kaksinkertainen. Putkessa oleva tyhjiö toimii lämmöneristeenä ja estää näin jo keräimeen saadun lämmön poistumista takaisin ulkoilmaan. Tyhjiöputkikeräimen käyttökausi on siten pidempi kuin tasokeräimen ja sen avulla saadaan enemmän energiaa hyödyksi. [22, s. 73.]

### 3.3.2 Hyödynnettävyys peruskorjauskohteessa

Aurinkolämpökeräin on yhdistettävissä melkein mihin tahansa järjestelmään, jossa on siihen valmius. Järjestelmä vaatii toimiakseen varaajan, jonne se luovuttaa keräämänsä

lämmön. Se on yhdistettävissä niin sähkö-, öljy-, pelletti-, puu-, hake- tai maalämmön kanssa.

Järjestelmän rakentaminen pientalokohteeseen on melko helppoa, suunnittelussa kannattaa turvautua ammattilaisen apuun. Mitoittamisessa on otettava huomioon sijoitus, keräintyyppi ja varjostukset.

### 3.3.3 Hyödyksi saatava energia ja laitteen energiankulutus

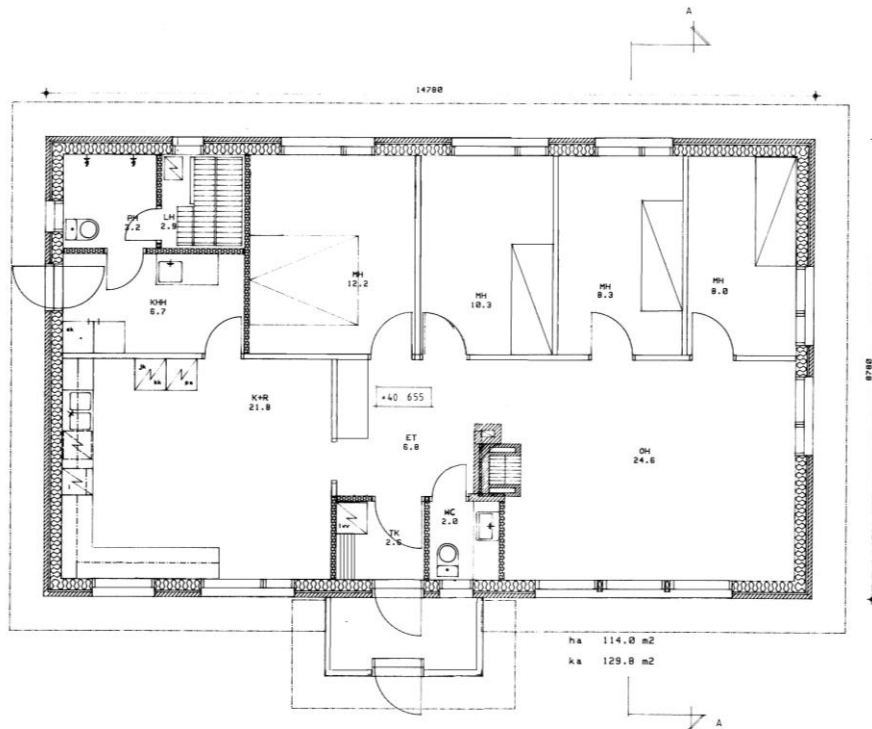
Lämmitykseen hyödyksi saatavan energian määrään vaikuttaa paljon se, kuinka suuri keräin on, mikä on sen tyyppi, miten se on sijoitettu ja mikä on sen kallistuskulma. Tasokeräimellä hyödyksi saatava energia on noin 25–50 % kun taas tyhjiöputkikeräimellä se on 30–60 %. [23]

Saatavaa energiaa voidaan käyttää hyödyksi sekä käyttövedenlämmityksen että rakennuksen lämmitykseen. Energiaa järjestelmässä kuluttaa pumppu.

## 4 Kohteen tiedot

### 4.1 Kohteen esittely

Työssä tarkastellaan vuonna 1988 rakennettua omakotitaloa, kooltaan 129,8 m<sup>2</sup>, josta asuinpinta-alaa on 114 m<sup>2</sup> (taulukko 1). Rakennus sijaitsee Länsi-Vantaalla Vapaalassa, ja sen pohjakuva on nähtävissä kuvassa 9. Talo on puu-rakenteinen, mutta tiiliverhoiltu. Eristeet ja ikkunat ovat rakentamisvuoden mukaisia. Talossa on vaihdettu katto vuonna 2010 ja samalla uusittiin yläpohjan eristeet. Talossa on tällä hetkellä lämmitysmuotona suora sähkölämmitys seinäradiaattoreiden kautta. Lisälämmönlähteinä ovat varaava takka ja ilmalämpöpumppu. Ilmalämpöpumppu on hankittu noin 10 vuotta sitten.



Kuva 9. Laskelmien kohteena oleva rakennus.

Kohderakennuksen on oltava asuttavassa kunnossa koko remontin ajan, ja siksi siellä ei ole aikomusta purkaa lattiaa auki. Mahdollinen lämmityssaneeraus toteutetaan vesikier-  
toisella patteriverkostolla putkittamalla ne pinnassa. Tällä työtavalla remontti on siistimpi  
ja yksinkertaisempi asukkaiden kannalta.

Taulukko 1. Kohderakennuksen huonejako, huoneiden pinta-alat ja ilmansuunnat

Huone	Pinta- ala	Ikkun- nan ala	Ovi	Tila- vuus	Us. pinta- ala	Huone pituus	Huone leveys	Ikkunan- suunta	Ulko- seinän suunta
1. Kerros	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m	m		
PH	3,2	0,5	0,0	8,4	9,4	1,8	1,8	P	P, I
Sauna	2,9	0,4	0,0	7,5	4,3	1,8	1,7	I	I
KHH	6,7	1,0	1,7	17,3	4,9	3,5	1,9	P	P
TK	2,6		2,1	6,6		1,5	1,7		
WC	2,0	0,3	0,0	5,2		2,0	1,0	L	L
Keittiö	21,6	3,2	0,0	56,1	24,3	4,2	5,2	L	P
ET	6,8		0,0	17,6		2,6	2,6		L
MH1	12,2	1,8	0,0	31,7	7,9	4,0	3,1	I	I
MH2	10,3	1,5	0,0	26,7	6,7	4,0	2,6	I	I
MH3	8,3	1,2	0,0	21,5	5,4	4,0	2,1	I	I
MH4	8,0	1,2	0,0	20,8	15,6	4,0	2,0	E	I,E
Olohuone	24,6	3,7	0,0	63,8	26,0	4,3	5,7	L	L,E
Yhteensä	109,0	16,3	3,8	283,3	104,5				

## 4.2 Lämmitystarvelaskelmat

Lämmitystarvelaskelmissa selvitetään, mikä on rakennuksen lämmitysenergian- ja tehontarve, ja näin ollen saadaan selville, minkä kokoinen pumppu tai kattila tullaan tarvittamaan.

### 4.2.1 Lämmitysenergiantarve

Laskennassa on käytetty kaavoja, jotka löytyvät Suomen rakentamismääräyskokoelmien osista C4 Lämmöneristys [14], D3 Rakennusten energiatehokkuus [13] ja D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta [12].

Tilojen lämmitysenergian nettotarve lasketaan kaavalla

$$Q_{\text{lämmitys,tilat,netto}} = Q_{\text{tila}} - Q_{\text{sis.lämpö}} \quad (1)$$

jossa

$Q_{\text{lämmitys,tilat,netto}}$	tilojen lämmitysenergian nettotarve, kWh
$Q_{\text{tila}}$	tilojen lämmitysenergian tarve, kWh
$Q_{\text{sis.lämpö}}$	lämpökuormat, jotka hyödynnetään lämmityksessä, kWh.
[12]	

$Q_{\text{tila}}$  taas saadaan selville kaavasta

$$Q_{\text{tila}} = Q_{\text{joht}} + Q_{\text{vuotoilma}} + Q_{\text{iv,tuloilma}} + Q_{\text{iv,korvausilma}} \quad (2)$$

jossa

$Q_{\text{tila}}$	tilojen lämmitysenergian tarve, kWh
$Q_{\text{joht}}$	johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, kWh
$Q_{\text{vuotoilma}}$	vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{\text{iv, tuloilma}}$	tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$Q_{\text{iv,korvausilma}}$	korvausilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh.
[12]	

$Q_{\text{sis.lämpö}}$  lasketaan kaavalla

$$Q_{\text{sis.lämpö}} = \eta_{\text{lämpö}} \cdot Q_{\text{lämpökuorma}} \quad (3)$$

jossa

$Q_{\text{sis.lämpö}}$	lämpökuormat, joka hyödynnetään lämmityksessä, kWh
$\eta_{\text{lämpö}}$	lämpökuormien kuukausittainen hyödyntämisaste, -
$Q_{\text{lämpökuorma}}$	rakennuksen lämpökuorma, kWh. [12]

$Q_{\text{joht}}$  saadaan selville laskemalla se kaavalla

$$Q_{\text{joht}} = Q_{\text{ulkoseinä}} + Q_{\text{yläpohja}} + Q_{\text{alapohja}} + Q_{\text{ikkuna}} + Q_{\text{ovi}} + Q_{\text{muu}} + Q_{\text{kylmäsillat}} \quad (4)$$

jossa

$Q_{\text{joht}}$	johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, kWh
$Q_{\text{ulkoseinä}}$	johtumislämpöhäviöt ulkoseinän läpi, kWh
$Q_{\text{yläpohja}}$	johtumislämpöhäviöt yläpohjan läpi, kWh
$Q_{\text{alapohja}}$	johtumislämpöhäviöt alapohjan läpi, kWh
$Q_{\text{ikkuna}}$	johtumislämpöhäviöt ikkunoiden läpi, kWh
$Q_{\text{ovi}}$	johtumislämpöhäviöt ovien läpi, kWh
$Q_{\text{muu}}$	johtumislämpöhäviöt tilaan, jonka lämpötila poikkeaa ulko-
lämpötilasta läpi, kWh	
$Q_{\text{kylmäsillat}}$	kylmäsiltojen johtumislämpöhäviöt, kWh. [12]

Jotta saataisiin laskettua  $Q_{\text{joht}}$ , on tiedettävä johtumislämpöhäviöt rakennusosittain. Se saadaan kaavasta 5.

$$Q_{\text{rak.osa}} = \frac{\sum U_i A_i (T_s - T_u) \Delta t}{1000} \quad (5)$$

jossa

$Q_{\text{rak.osa}}$	johtumislämpöhäviö rakennusosan läpi, kWh
$U_i$	rakennusosan i lämmönläpäisykerroin, W/(m <sup>2</sup> ·K)
$A_i$	rakennusosan i pinta-ala, m <sup>2</sup>
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.
[12]	

Rakennusosan lämmönläpäisykerroin saadaan selvitettyä kaavalla 6 ja käyttämällä tau-lukoita Suomen rakentamismääräyskokoelmien osasta C4 Lämmöneristys [14].

$$U = \frac{1}{R_T} \quad (6)$$

jossa

U                      lämmönläpäisykerroin W/(m<sup>2</sup> · K)  
R<sub>T</sub>                    rakennusosan kokonaislämmönvastus ympäristöstä ympäristöön

Kylmäsilat on laskettava kaavalla 7 ja käytettävä mukana viivamaisen kylmäsilan lisä-konduktanssia.

$$Q_{kylmäsilat} = \frac{\sum l_k \Psi_k (T_s - T_u) \Delta t}{1000} \quad (7)$$

jossa

Q<sub>kylmäsilat</sub>                      johtumislämpöhäviö kylmäsiltojen läpi, kWh  
l<sub>k</sub>                                  viivamaisen kylmäsilanpituus, m  
Ψ<sub>k</sub>                                  viivamaisen kylmäsilan lisäkonduktanssi, W/ (m<sup>2</sup>K) [12]

Vuotoilman ja korvausilman lämpeneminen lasketaan kaavalla 8. Kaavaan muutetaan vain kyseessä oleva haluttu ilmanvirran määrä.

$$Q_{vuotoilma} = \frac{\rho_i c_{pi} q_{v,vuotoilma} (T_s - T_u) \Delta t}{1000} \quad (8)$$

jossa

Q<sub>vuotoilma</sub>                      vuotoilmanlämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh  
ρ<sub>i</sub>                                  ilman tiheys, 1,2 kg/m<sup>3</sup>  
c<sub>pi</sub>                                  ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)  
q<sub>v, vuotoilma</sub>                      vuotoilmavirta, m<sup>3</sup>/s  
T<sub>s</sub>                                  sisäilman lämpötila, °C  
T<sub>u</sub>                                  ulkoilman lämpötila, °C  
Δt                                  ajanjakson pituus, h  
1000                                  kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve saadaan kaavasta 9.

$$Q_{iv,tuloilma} = \frac{t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} (T_s - T_{sp}) \Delta t}{1000} \quad (9)$$

jossa

$Q_{iv,tuloilma}$	tilassa tapahtuvan tuloilman lämpenemisen lämpöenergian tarve, kWh
$t_d$	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24h
$t_v$	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk
$\rho_i$	ilman tiheys, $1,2 \text{ kg/m}^3$
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, $1000 \text{ J/(kg K)}$
$q_{v, vuotoilma}$	vuotoilmavirta, $\text{m}^3/\text{s}$
$T_s$	sisäilman lämpötila, °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjakson pituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi.

Nyt kun kaikki tarvittavat arvot on selvitetty, saadaan niistä laskemalla kyseisen rakennuksen lämmitysenergian tarve.

Lisäksi on selvitettävä mikä on lämpimän käyttöveden lämmitykseen tarvittava energia. Tämä voidaan laskea käyttämällä kaavaa 10.

$$Q_{lkv,netto} = \frac{\rho_v c_{pv} V_{lkv} (T_{lkv} - T_{kv})}{3600 - Q_{lkv,LTO}} \quad (10)$$

jossa

$Q_{lkv,netto}$	lämpimän käyttöveden lämpöenergian nettotarve, kWh
$\rho_v$	ilman tiheys, $1000 \text{ kg/m}^3$
$c_{pv}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, $4,3 \text{ kJ/(kg K)}$
$V_{lkv}$	lämpimän käyttöveden kulutus, $\text{m}^3$
$T_{lkv}$	lämpimän käyttöveden lämpötila, °C
$T_{kv}$	kylmän käyttöveden lämpötila, °C
3600	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi, $\text{s/h}$
$Q_{lkv,LTO}$	jäteveden lämmöntalteenotolla talteenotettu ja käyttöveden lämmityksessä hyväksikäytetty energia, kWh

Koska kohteessa ei ole jätevedessä lämmöntalteenottoa voidaan kaavan viimeisenä terminä käyttää nollaa.

#### 4.2.2 Lämmitystehontarve

Ensin pitää selvittää tilojen lämmitystehon tarve, jotta lämmitysjärjestelmän koko voidaan optimoida. Lämmitystehontarve saadaan selville kaavalla 11 ja se löytyy Suomen rakentamismääräyskokoelman osasta D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. [12]

$$\phi_{\text{tila}} = \phi_{\text{joht}} + \phi_{\text{vuotilma}} + \phi_{\text{tuloilma}} + \phi_{\text{korvausilma}} \quad (11)$$

jossa

$\phi_{\text{tila}}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve, W
$\phi_{\text{joht}}$	johtumislämpöhäviöt rakennusvaipan läpi, W
$\phi_{\text{vuotilma}}$	vuotoilma vuotoilman lämpenemisen lämpötehon tarve, W
$\phi_{\text{tuloilma}}$	tuloilma teho tuloilman lämmittämiseen tilassa, W
$\phi_{\text{korvausilma}}$	korvausilma teho korvausilman lämmittämiseen tilassa, W.

Koko rakennuksen lämmitysteho saadaan laskemalla yhteen samanaikaiset tehontarpeet kaavalla 12.

$$\phi_{\text{lämmitys}} = \frac{\phi_{\text{tila}}}{\eta_{\text{tilalämmitys}}} + \frac{\phi_{\text{tuloilmapatteri}}}{\eta_{\text{tuloilma}}} + \frac{\phi_{\text{lkv}}}{\eta_{\text{lkv}}} \quad (12)$$

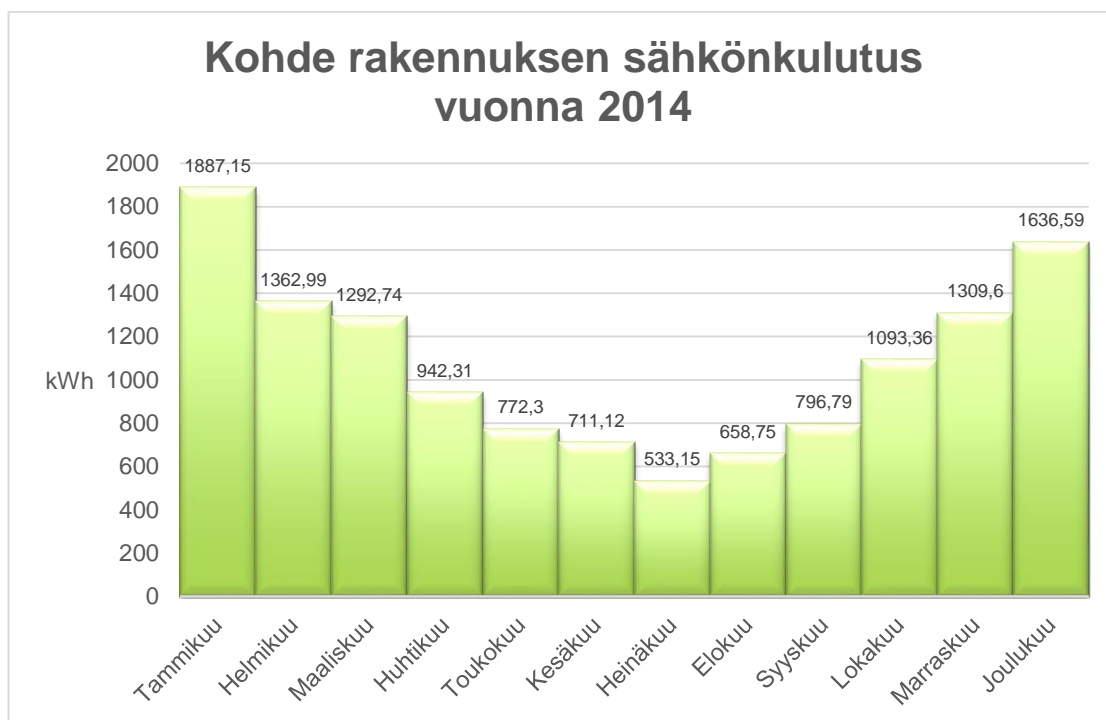
jossa

$\phi_{\text{lämmitys}}$	lämmitys rakennuksen lämmitystehon tarve, W
$\phi_{\text{tila}}$	tilojen lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve, W
$\phi_{\text{tuloilmapatteri}}$	ilmanvaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve, W
$\phi_{\text{lkv}}$	käyttöveden lämmitysjärjestelmän lämpötehon tarve, W
$\eta_{\text{tilalämmitys}}$	tilalämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -.
$\eta_{\text{tuloilma}}$	ilmanvaihdon tuloilman lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -.
$\eta_{\text{lkv}}$	käyttöveden lämmitysjärjestelmän hyötysuhde mitoitusolosuhteissa, -.



#### 4.3 Mitattu energiankulutus

Sähköntuottajan verkkopalvelusta selvitettiin kohteen edellisen vuoden sähkölaskutus. Se on esitetty kuviossa 1.



Kuvio 1. Tarkasteltavan rakennuksen sähkönkulutus edelliseltä vuodelta

Koko vuoden sähkönkulutus yhteensä oli 12 996, 85 kWh. Tästä 15 % käytetään lämpimän lämpimänkäyttöveden lämmitykseen. Tällä hetkellä kiinteistössä asuu 2 henkilöä. Lämpimän käyttöveden lämmityksen kuluu kohteessa nyt noin 1950 kWh vuodessa.

Viiden hengen perheellä kulutus olisi noin 4900 kWh vuodessa lämpimän käyttöveden osalta. Kokonaiskulutus olisi siten nykyisellä kokoonpanolla noin 15 950 kWh vuodessa.

## 5 Tarjousprosessi

Maalämpö oli energiantuotantomuodoista ykkösvaihtoehtona kohteeseen. Tarjoukset pyydettiin maalämpöä tarjoavilta yrityksiltä. Pellettikattilaa ja aurinkolämpöä koskevia

tarjouksia ei pyynnöistä huolimatta kohteeseen saatu. Niiden hintavertailu jää internetistä löytyvien suositushintojen varaan. Työn hintana käytettiin lukemaa 64,00 €/ h. Se on saatujen tarjousten perusteella arvioitu verollinen tuntihinta.

Kaikki yritykset valikoituivat sijainnin perusteella. Työssä pidettiin tärkeänä, että tarjoajat ovat läheltä kohdetta, sillä vakavasti otettavaa tarjousta varten on yrityksen edustajan käytävä paikan päällä arvioimassa kohde.

Valituilla yrityksillä oli internetsivuillaan lomake, johon syötettiin kohteen osoite ja muut pyydetyt tiedot sekä liitettiin rakennuksen pohjakuva. Sen jälkeen jäätiin odottamaan yrityksen myyjän yhteydenottoa.

Yhteydenottoja tuli kaiken kaikkiaan kolmelta maalämpöä tarjoavalta yritykseltä. Myyjien kanssa sovittiin ajankohta ja esiteltiin kohde. Sen jälkeen myyjät laskivat ja lähettivät tarjouksen joko sähköpostitse tai – niin kuin yhden yrityksen edustaja – tuli henkilökohtaisesti käymään ja tuomaan tarjouksen paperilla.

## 5.1 Tarjousten sisältö

Rakennukseen valittiin huonekohtainen radiaattorilämmitys, koska sen voisi toteuttaa muutamatta tiloja asumiskelvottomiksi, toisin kuin lattialämmityksen ollessa kyseessä. Putkitus tehtäisiin komposiittiputkilla, ja näin se saataisiin toteutettua siististi ja yksiker-  
taisesti. Putket on pinnoitettu ulkopuolelta valmiiksi jo valkoisiksi, mikä lisää materiaalin helppoutta. Putkia ei tarvitsisi välttämättä maalata asennuksen jälkeen.

Tarjouksen jättäneillä yrityksillä oli niin sanottuja ”avaimet käteen” -paketteja, joista saatiin tarjoukset.

Tarjouspaketti sisälsi kaiken oleellisen, mitä kyseinen järjestelmä vaati tullakseen käyttökuntoon:

- maalämpökaivon porauksen sekä putkistojen asennuksen ulkona ja kytkeminen
- putkien vienti talolle sekä sen seinän läpi
- maalämpöpumpun asennus ja kytkeminen
- Varaajien ja paisuntasäiliön asennus
- lämmitysputkiston asennus
- lämmityslaitteiston eli radiaattoreiden asennus huoneisiin.

Tilaaajalle itselleen jäi rakennuslupien hankinta ja mahdollisen vanhan järjestelmän purku.

## 5.2 Tarjoukset

Tarjoukset saatiin seuraavilta yrityksiltä: Tom Allen Oy, Lämpöykköset Oy ja Senera Oy. Kaikissa tarjouksissa oli eritelty, mistä tarjous koostuu pääpiirteittäin. Tom Allen Oy:n tarjouksen tietojen olivat suppeimmat ja Senera Oy:n laajimmat.

Pumppujen mitoituksessa oli selvästi käytetty yleistävää ja karkeaa laskentaperiaatetta. Menetelmässä arvioidaan, että lämpökaivo on porattava suhteella  $1 \text{ m} / \text{asuin-m}^2$ . Se on yleisesti käytetty mutta ei kuitenkaan paras menetelmä. Menetelmää käytettäessä voidaan helposti yli- tai ali mitoittaa järjestelmä. Järjestelmässä voi ilmetä toimintahäiriöitä, jos se ei ole optimaalisesti mitoitettu.

Laitevalmistajilla on olemassa laskentaohjelmat omalle tuotteelleen. Valmistajat eivät anna ohjelmiaan vapaaseen käyttöön ja laskelmien tarkastaminen on erittäin työlästä. Kuluttajan on vain luotettava myyjän ammattitaitoon. Tarjousten ydinkohdat on esitelty taulukossa 2.

Taulukko 2. Maalämpötarjouksien pääkohdat

Yritys	Lämpöykköset Oy	Senera Oy	Tomallen Oy
Pumppu	Viessmann Vitocal 222-G	IVT Greenline HE C6 RST	Bosch Compress LW/M 6
Varaaja	170 l + 100 l	185 l + 100 l	230 l + 100 l
Porareian pituus	120 m	110 m	120 m
Maalämöneste	Etanoli 30 til-%	Ei eritelty	Ei eritelty
Hinta yhteensä (sis. alv 24%)	16 400,00	28 095,00	28 822,54

Kaikkiin tarjouksiin tulee lisätä viranomaismaksut, joita ne eivät sisällä. Maksut ovat paikkakuntaakohtaisia. Tilaaja huolehtii myös itse muista mahdollisista asiakirjahankinnoista ja katselmuksista, mikäli viranomaismääräykset sitä paikkakunnalla edellyttävät.

#### 5.2.1 Lämpöykköset Oy

Lämpöykkösten tarjouksessa eriteltiin urakan sisältö selkeästi. Tarjouksen lisänä oli mitoitusraportti, josta kävivät ilmi arvot, joitten perusteella kyseistä laitetta tarjottiin. Mitoitusraportissa oli eritelty rakennuksen lämmitysenergian kulutuslaskelma, lämpöpumpun mitoituslaskelma, lämmönkeruuputkiston tiedot ja rakennuksen energiakulutusarvio.

Tarjouksesta puuttuivat kokonaan lämmitysverkoston rakentamisesta aiheutuvat kustannukset. Se ei ole vertailukelpoinen muiden tarjousten kanssa. Näin ollen tarjousta pitää harkita vakavasti tai hylätä se, jos sitä ei lasketa uudelleen. Tarjous on nähtävissä liitteessä 1.

Vitocal 222-G liuos/vesikomakti lämpöpumppu integroidulla käyttövesivaraajalla



Kuva 10. Lämpöyökkösten tarjoama maalämpöpumppu [17]

### 5.2.2 Senera Oy

Tarjouksessa oli seikkaperäisesti kohta kohdalta käyty läpi, mitä osioita urakkaan kuului. Tuotteet oli esitelty hyvin ja oli selvitetty, miksi kyseisiä tarvikkeita urakassa tarvitaan. Kuluttaja, joka ei alaa hyvin tunne, saa hyvän käsityksen siitä, mitä tarvitaan ja miksi.

Lämmitystarvelaskelmia ei esitetty. Ainoastaan toimitusehdoissa oli mainittu, mihin tehoon tarpeeseen perustuen pumppu oli valittu. Tarjouksessa ei käynyt ilmi, millä perusteella porareian syvyys määräytyy. Porareian syvyys oli 10 metriä lyhyempi kuin kilpaillevien tarjousten. Tämä herättää kysymyksen, miten myyjä on tehon määrittänyt. Onko porareian syvyys mitoitettu oikein vai jääkö se tehollisesti liian pieneksi?

Kohdassa ”muut työt” käytiin läpi putkiurakan kustannukset. Se oli toteutettu hyvin jäseneltynä ja selkeänä hintaerittelynä. Jokaisesta osiosta oli helppo ymmärtää, mitä osio pitää sisällään.

Tarjous oli kokonaisuutena selkeä ja visuaalisesti hyvin toteutettu. Oli helppo ymmärtää mistä kokonaishinta koostui.

Tarjous näkyy liitteessä 2.

### 5.2.3 Tom Allen Oy

Tarjous oli annetuista tarjouksista suppein tiedoiltaan. Siinä ei kerrottu mitään teknistä tai laskennallista tietoa, millä perusteella kyseistä maalämpöpumppua tarjottiin. Järjestelmää tai sen osia ei esitelty.

Toimituksen erittelyssä urakan osuuksista oli näkyvissä vain yhteenlaskettu hinta. Olisi paljon mielekkäämpää, jos riveillä olisi ollut kappalemäärien lisäksi myös hinnat. Vaikka kyseessä on kokonaishintainen urakka, antaa rivihinnoittelu selkeämmän kuvan. Vähäinen informaatio herätti paljon kysymyksiä.

Tarjous oli saaduista tarjouksista kallein. Tarjous on esitelty liitteessä 3.

## 6 Elinkaarilaskenta

Elinkaarilaskennassa on tarkoituksena selvittää, miten investoinnin lähtö ja ylläpitokustannukset jakautuvat investoinnin elinkaarelle. Ideaalituotteen käyttökustannukset jäävät pienemmiksi kuin sen tuottama hyöty. [20] Maalämpöpumpun ja pellettikattilan elinkaa-  
ren pituus on noin 25 vuotta. Sen jälkeen on suoritettava jo mittavia remontteja tai vaihdettava vanha järjestelmä kokonaan uuteen. [21]

Yksinkertainen takaisinmaksuaika saadaan jakamalla saadut säästöt ajalla. Korollinen takaisinmaksuaika saadaan laskemalla seuraavalla kaavalla. [27]

$$n = \frac{-\ln\left(\frac{1}{i} - \frac{H}{S}\right) - \ln(i)}{\ln(1 + i)}$$

jossa

n on takaisinmaksuaika  
i on laskentakorko  
H on investoinnin suuruus  
S vuotuinen tuotto

Elinkaarikustannus vertailu tehtiin käyttämällä Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy:n elinkaarikustannuslaskin SAKUa.

## 7 Tulokset

### 7.1 Energialaskenta

Taulukon 1 tietoja käyttäen ja Suomen rakentamismääräyskokoelman osien C4 Lämmöneristys [14] ja D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta [12] avulla saadaan laskettua lämmitysenergian tarve. Laskenta on suoritettu viiden hengen lämpimän käyttöveden kulutuksella. Tulokset on esitelty seuraavissa taulukoissa.

Taulukko 3. Koko rakennuksen johtumislämpöhäviöt

Johtumishäviöt energia		
	vyöhyke	lämmitystarveluku
Vantaa	1	3952
Energia		
koko talo	W	
Joht us	1179	KWh
Joht yp	768	<b>24695</b>
Joht ovi	124	
Joht lkk	1076	
Joht ap	<b>338</b>	
Kylmäsiilat	2764	

Johtumislämpöhäviöt on laskettu kaavoilla 5, 6 ja 7. [12;14]

Taulukko 4. Kohteen energiatarpeen jakauma

Lämpöenergian tarve kWh	
$Q_{iv}$	7035
$Q_{vuotoiv}$	16
$Q_{korvausiv}$	85
$Q_{lkv, netto}$	2119
$Q_{laitteet+valot}$	6300
$Q_{hlö}$	0,625
$Q_{lkv, varastointi}$	650
$Q_{lämpökuorma}$	7992,598

Lämmitysenergian nettotarve saadaan selville kaavalla 1. Tulos on esitelty taulukossa 5.

Taulukko 5. Rakennuksen nettolämmitysenergiantarve

Netto lämmitysenergiantarve	kWh/a
Tilat	31831
Sisäiset lämpökuormat	6525
<b>yhteensä</b>	<b>25306</b>

Kokonaislämmitysenergiantarve saadaan lisäämällä nettolämmitysenergian tarpeeseen lämpimän käyttöveden tuotantoon tarvittava energia. Lämpimän käyttöveden tuotantoon tarvittava energia voidaan laskea kaavalla 10.

Taulukko 6. Tarvittava kokonaislämmitysenergia

Kokonaislämmitysenergian tarve	kWh/a
Lämmitysenergiantarve netto	25306
LKV energiantarve netto	5298
<b>Yhteensä</b>	<b>30604</b>

Tilojen lämmitystehontarve saadaan laskettua käyttämällä kaavaa 11, ja tulos on esitelty alla olevassa taulukossa 7.



Taulukko 7. Tarvittava lämmitystehontarve

<b>Tilojen lämmitystehon tarve</b>	<b>W</b>
Johtuminen	5605
Vuotoilmanvaihto	169
Tuloilmanvaihto	148
Korvausilma	282
<b>Yhteensä</b>	<b>6204</b>

## 7.2 Ostoenergia ja energiakustannukset

Sähköntuottajalta saatujen tietojen mukaan kulutti rakennus noin 13 000 kWh sähköä vuonna 2014. Rakennuksen lämmitystehontarve laskettiin olevan 6 204 W.

### 7.2.1 Maalämpö

Tarjottujen maalämpöpumppu teho on laskettu olevan noin 6 kW, joka on linjassa tilojen lämmitystehontarpeen kanssa. Tästä saadaan selville maalämpöpumpun tarvitsema vuotuinen energia. Energiamäärät on laskettu viidelle henkilölle.

Laskennassa on käytetty Ympäristöministeriön Lämpöpumppujen laskentaopasta. [18] Patteriverkon menoveden lämpötilana on käytetty 60 °C. Näillä tiedoilla maalämpöpumpulla saadaan tuotettua 25 053 kW lämmitysenergiaa vuodessa ja 5 245 kW energiaa lämpimän käyttöveden tuottoon. Pumppu kuitenkin kuluttaa energiaa 12 302 kW vuodessa eli ilmaisenergian määräksi jää 12 751 kW.

Tulokset on esitelty taulukossa 8.

Taulukko 8. Maalämpöpumpusta saatava lämpöenergia ja sen kuluttama energia

		kW	
Pumpun teho	5,9		
Tilan lämmitystehon tarve	6,2		
suhteellinen teho	0,95		
		kWh	
Lämmityksen vuotuinen energiantarve	25306		
Lkv	5298		
suhteellinen energia	4,8		
Lisälämmityksen kerroin (taulukko 1 [18])	0,99	60 °C	
		kWh	
<b>Tilojen lisälämmitys</b>	<b>253</b>		
<b>Lkv lisälämmitys</b>	<b>53</b>		
		kWh	
<b>Pumpun tuottama lämmitysenergia</b>	<b>25053</b>		
<b>Pumpun tuottama lkv:n energia</b>	<b>5245</b>		
Maalämpöpumpun SFP-luku	2,5	60 °C	
		kWh	
Pumpun +apulaiteiden kuluttama energia	<b>12302</b>	vuodessa	

### 7.2.2 Pellettikattila

Pellettikattilaksi valikoitui rakennuksen lämmitystehon tarpeen mukaan pienin mahdollinen kattila. Suurin osa markkinoilla olevista kattiloista lähtee teholtaan 20 kW:sta. Näin ollen kattila tulee operoimaan toiminta-alueensa alarajoilla.

Kattilan apulaiteiden – pumppujen ja säätölaitteiden – sähkönkulutukseksi saatiin 218 kWh/a.

Koska tarjouksia ei kattilasta saatu, valittiin siihen ehdot täyttävä Jäspi Pelletti XL (kuva 11). Sen tehoalue on 15–30 kW. Näin ollen se täyttää vaatimukset.



Kuva 11. Jäspi Pelletti XL pellettipolttimella varustettuna [18]

### 7.2.3 Aurinkolämpö

Laskemalla Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D5 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta arvojen mukaan voidaan aurinkolämmöllä kattaa lämpimänkäyttöveden tuotosta 40 %. [12, s. 46.] Työssä käytettiin näitä valmiita arvoja, koska tarkempia mittaustuloksia ei ollut saatavissa. Asiaan perehtyneen asiantuntijan paikalla käynti olisi perusteltua, jotta saadaan luotettava arvio todellisista ympäröivän luonnon tai asutuksen aiheuttamista varjostuksista.

Tulokset laskennasta ovat nähtävissä taulukossa 9.

Taulukko 9. Aurinkolämmöstä saatava lämmitysenergia lämpimään käyttöveteen

Keräimen tuotto	156	kWh/(m <sup>2</sup> a)
Keräimen pinta-ala	4	m <sup>2</sup>
Suuntauksen korjauskerroin	0,8	(itä-länsi)
Pumpun teho	220	W
Pumpun käyttöaika	2000	h
Pumpun sähköenergian kulutus	440	kWh/a
<b>Osuus käyttövedestä</b>	<b>499</b>	<b>kWh/a</b>

Laskennan tulos antaa alhaisen tuoton. Laskenta on yleistävä ja se ei huomioi onko kyseessä tasokeräin vai tyhjiöputkikeräin. Kuten edellä mainittiin, ympäristön todellisia varjostuksia ei ole tiedossa. Tästä syystä järjestelmän todellinen tuotto voi olla paljon laskennalla arvioitua suurempi.

### 7.3 Elinkaarilaskenta

Sähkön hintana käytettiin laskelmissa 12,2 snt/kWh, joka saatiin Tilastokeskuksen tilastosta. Kuvio on nähtävissä liitteessä 4.

Korkona käytettiin 3 %:n, koska se on lähellä tämän hetkisiä asuntolainojen korkoja.

Elinkaarikustannusvertailun tulokset ovat liitteestä 6.

#### 7.3.1 Maalämpö

Laskentaan valittiin Seneran urakka. Tarjoukset olivat niin lähellä toisiaan, ettei niiden kustannuksilla laskennassa ole merkittävää eroa.

Taulukko 10. Maalämmöllä kertyvät vuotuiset säästöt

Maalämmön käyttökustannukset ja säästöt		
vuotuinen sähkökulutus	12302	kWh
käyttökustannukset	1500,84	€
tuotettu ilmaisenergia	12751	kWh
säästö vuodessa	1555,62	€

Kun säästää saadaan vuosittain taulukossa 10 mainitun summan verran, maksaa maalämpöurakka itsensä takaisin 26,4 vuodessa.

### 7.3.2 Pellettikattila

Hinnat tuotteille saatiin verkkokaupasta *tulisijatarvike.fi*. Putkityön osuus hinnasta arvioitiin olevan yhtä suuri kuin maalämpötarjouksissa. Se arvioitiin yhtä suureksi sen vuoksi, että radiaattoreiden asennus ja niiden putkitus on toteutettava joka tapauksessa, jos lämmitysenergiantuotanto muodoksi valitaan puupelletti tai maalämpö. Asennuskustannukset on esitelty taulukossa 11. Puupellettien hinta selvitettiin tilastokeskuksen tilastopalvelusta liitetäulukossa 25. Puupelletin kuluttajahinta on ilmoitettu hinnaksi 277,20 €/t. [23]

Taulukko 11. Arvio pellettikattilan ja putkitöiden asennuskustannuksista

Tuote	Tyyppi	Hinta €
Kattila	Jäspi pellettikattila XL	3219,00
Pellettipoltin	Nova pellettipoltin sis. syöttöruuvien 2,0 m	2558,00
Pellettsiilo	Nordmills pellettsiilot ( 10,5 m <sup>3</sup> )	1899,00
Putkityöt		11500,00
Rakennustyöt		5000,00
yhteensä		24176,00

1 m<sup>3</sup>:sta puupellettiä saadaan noin 3 000 kWh energiaa. [20] Energian kulutus rakennuksessa on 30 604 kWh vuodessa. Pellettien kulutus, arvioitiin olevan noin 6,4 tonnia vuodessa. Pelletin hinta määräytyy tilausmäärän mukaan. Mitä enemmän tilaat, sitä halvempi on tonninhinta. Tässä tapauksessa hinta olisi 1 774,08 €.

Pellettikattilan apulaitteiden sähkönkulutus laskettiin olevan 218 kWh vuodessa. Nykyisellä sähkön hinnalla niiden vuotuinen kulutus olisi 26,60 €. Tämän lisäksi vuotuisiin käyttökustannuksiin tulee lisätä nuohous ja huolto. Ne arvioitiin olevan 150,00 € vuodessa. Summassa on otettu huomioon, ettei kattilaa tarvitse huoltaa merkittävällä summalla esimerkiksi joka vuosi. Kattilalle tehdään kalliimpi huolto esimerkiksi viiden vuoden välein.

Nämä yhteenlaskettuna pellettilämmityksen vuotuiset kustannukset olisivat 1 924,08 €. Säästää suoraan sähkölämmitykseen tulisi 1 809,61 €. Pellettikattila urakan korollinen takaisinmaksuaika olisi 17,33 vuotta.

### 7.3.3 Aurinkolämpö

Laitteiston ja työn kustannukset oli arvioitava ilman tarjousta. Hinta 3 199,00 € laitteistolle saatiin sivustolta *tulisijatarvike.fi*. Työkustannuksiksi arvioitiin 2 000,00 €. Näin koko urakanhinnaksi tulisi 5 199,00 €.

Kuten taulukossa 8 on esitetty, vuotuinen aurinkolämmöllä saatava ilmaisenergia jäi ai-noastaan 499 kilowattituntiin. Muu käyttöveden lämmittämiseen tarvittava energia tuotettaisiin aurinkovaraajan sähkövastuksella. Koska ilmaisenergian määrä on niin pieni, jäi säästö vuositasolla vain 60,88 euroon. Näillä säästöillä ei keräimelle voitu laskea takaisinmaksuaikaa. Mikäli aurinkolämpöä haluttaisiin hyödyntää energiatuotantomuotona, olisi se yhdistettävä jonkun muun tuotantomuodon kanssa.

Koska järjestelmä tullaan uusimaan, uudeksi lämminvesivaraajaksi kannattaa valita aurinkolämpövaraaja, vaikka se on hankintahinnaltaan perusvaraajaa kalliimpi. Sillä saadaan sentään pieni säästö energian lämmityksen veden kulutuksessa aikaiseksi.

### 7.4 Tulosten yhteenveto

Taulukoon 12 on koottu edellä läpikäytyjen tulosten pääkohdat. Siinä on nähtävillä myös alkuperäisen lämmitysmuodon energiankulutus ja siitä syntyvät kustannukset.

Taulukko 12. Energiamuotojen vertailun tulokset

	Energian- kulutus kWh/a	Kulut vuo- dessa €			
Sähkölämmitys	30 604,00	3345,85 €			
	Investointi- kustannus €	Energian-ku- lutus kWh/a	Saatava ener- giansäästö kWh/a	Rahallinen säästö €	Takaisin- maksuaika a
Maalämpö	28 095,00 €	12302,00	12 751,00	1 555,62 €	26,40
Pellettikattila	24 176,00 €	218,00	14 832,85	1809,61 €	20,16
Aurinkolämpö	5 199,00 €	440,00	499,00	60,88 €	-

Jos päätettäisiin yhdistää aurinkolämpö maalämmön kanssa, tulisi järjestelmän korolliseksi takaisinmaksuajaksi 32,55 vuotta. Pellettikattila ja aurinkolämpö yhdistettynä tuottaisivat 43,94 vuoden takaisinmaksuajan. Laskennassa on käytetty taulukon 12 arvoja.

## 8 Johtopäätökset

Ruotsin esimerkin mukaan maalämpö on todennäköisesti tulevaisuuden lämmitysmuoto. Sen käyttö ja asentaminen lisääntyy tasaisesti kotitalouksien ja teollisuuden keskuudessa. Maalämmön asentaminen kaupunkiolosuhteissa tuottaa kuitenkin haasteita. Kenttiä ei voi tilan puutteen vuoksi rakentaa, ja lämpökaivoja ei voi porata mielivaltaisesti infrastruktuurin vuoksi. Maaseudulla tai maaseututaajamassa tilanne on maalämmön kannalta edullisempi. Tämänkaltaisilla alueilla tullaan näkemään kasvua tämän energia-tuotantomuodon hyödyntämisen suhteen.

On havaittu, että kiinteistön arvo saattaa nousta vaihdettaessa lämmitysenergian tuotantomuoto maalämpöön. Maalämmön takaisinmaksuaika tässä tapauksessa oli 26,4 vuotta. Takaisinmaksuaika on pitkä, koska maalämpöjärjestelmän tekninen käyttöikä on 15–30 vuotta. [21] On syytä ottaa myös huomioon energian mahdollinen hintakehitys. Maalämpöjärjestelmä tarvitsee sähköä toimiakseen, ja ostoenergian hinnan noustessa se alkaa syödä saatavia säästöjä. Maalämmön puolesta kuitenkin puhuu energian ekologisuus ja käytön vaivattomuus. Maalämpöpumppu on asennuksen jälkeen lähes huoltovapaa.

Pellettikattilan takaisinmaksuajan ollessa 17,33 vuotta on se näistä energiatuotantomuodoista edullisin. Järjestelmän käyttöikä on 20–30 vuotta. [21] Järjestelmän asentaminen edellyttää mittavia rakennustöitä. Puupelleteille olisi rakennettava vähintään 8 m<sup>3</sup>:n siilo sekä kattilalle tekninen tila. Näiden lisäksi pellettikattila vaatii säännöllistä, lähes kuukausittaista, huoltoa. [7] Rakennuksen sijaitessa taajama-alueella tulee tuhkan käsittelystä ja siilon täyttämisestä kustannuksia. Yhdistettynä aurinkolämmön kanssa korollinen takaisinmaksuaika kasvaa 43,94 vuoteen. Puupellettien hinta on kohonnut viime vuosina, mutta se on vielä silti halvempaa kuin sähkö. Hintaa on muun muassa nostanut materiaalipula, ja siksi on jouduttu turvautumaan tuontiin. [26]

Energiataloudelliset laskelmat eivät puolla selvityksen kohteena olleen pientalon lämmitysenergian tuotantomuodon vaihtamista suorasähköstä maalämpöön tai aurinkolämpöön. Vaihtoehtoista pellettilämmitys saattaisi tuottaa laskennallisesti perusteltavissa olevan lämmitysvaihtoehdon.

Lämmitysmuodon vaihtamisen perusteluina on käytettävä hankalammin arvioitavia seikkoja kuten kiinteistön mahdollinen arvonnousu tai arvon säilyminen, helpompi myytävyys kiinteistöstä luovuttaessa, maalämmön ekologisuus ja helppohoitoisuus. Edellä mainittujen spekulatiivisten tai arvostuksiin pohjautuvien seikkojen muuttaminen vertailukelpoiksi realistisiksi takaisinmaksuajoiksi ei ole tämän opinnäytetyön puitteissa mahdollista.



## Lähteet

- 1 Geoterminen energia. 2015. Verkkodokumentti. Energiateollisuus. <<http://energia.fi/energia-ja-ymparisto/energialahteet/geoterminen-energia>>. Luettu 11.3.2015
- 2 Juvonen Janne, Lapinlampi Toivo. Energiakaivo: Maalämmön hyödyntäminen pientaloissa. Ympäristöopas 2013. Helsinki
- 3 LVI-kortti 11-10332. Lämpöpumput. Ohjetiedosto maaliskuu 2002. Rakennustietosäätiö RST ja LVI-keskusliitto
- 4 Geolämpö ei lopu. 9/2008. Tiede-lehti. Verkkodokumentti <[http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/geolampo\\_ei\\_lopu](http://www.tiede.fi/artikkeli/jutut/artikkelit/geolampo_ei_lopu)>. Luettu 2.4.2015
- 5 Maalämpöpumppu. 2015. Verkkodokumentti. Energiatehokas koti. <[http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/ilmalampo-\\_ja\\_maalampopumput/maalampopumppu](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/ilmalampo-_ja_maalampopumput/maalampopumppu)>. Luettu 2.4.2015
- 6 Puupellettilämmitys. 2015. Verkkodokumentti. Rakentaja.fi. <<http://www.rakentaja.fi/indexfr.aspx?s=/kuluttaja/vapo/pellettilampob.htm>>. Luettu 5.4.2015
- 7 Kiinteän polttoaineen lämmityskattiloiden turvallisuus. 10/2009. Verkkodokumentti. Turvallisuustekniikan keskus. <[http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/esiteet\\_ja\\_opaat/Kattilaopas.pdf](http://www.tukes.fi/Tiedostot/painelaitteet/esiteet_ja_opaat/Kattilaopas.pdf)> Luettu 5.4.2015
- 8 Pellettilämmitys. 2015. Verkkodokumentti. Motiva.fi <[http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman\\_valinta/eri\\_lammitysmuodot/pellettilammitys](http://www.motiva.fi/rakentaminen/lammitysjarjestelman_valinta/eri_lammitysmuodot/pellettilammitys)>. Luettu 5.4.2015
- 9 Pellettisiilon rakennusohjeet. 2015. Verkkodokumentti. Motiva Oy, 6/2008. <[http://www.motiva.fi/files/3031/Puupellettisiilon\\_rakennusohjeet.pdf](http://www.motiva.fi/files/3031/Puupellettisiilon_rakennusohjeet.pdf)>
- 10 Kattilahuoneiden ja polttoainevarastojen paloturvallisuus. 2005. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E9. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 11 Heimonen, Ismo. Aurinko-opas. Aurinkolämmön ja –sähkön energiantuoton laskennan opas. VTT/ Sitra/ Ympäristöministeriö. 2012.
- 12 Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. 2007. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D5. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 13 Rakennusten energiatehokkuus. 2012. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D3. Helsinki: ympäristöministeriö.

- 14 Lämmöneristys. 2010. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa C4. Helsinki: ympäristöministeriö.
- 15 Aurinkolämpöjärjestelmän toimintaperiaate. Verkkodokumentti. Energia-auringosta.fi. <<http://www.energia-auringosta.fi/tuotteet/toimintaperiaate>>. Luettu 16.4.15
- 16 Vitocal 222-G Liuos/vesikompakttilämpöpumppu integroidulla käyttövesivarajalla. 2015. Verkkodokumentti. <[http://www.viessmann.fi/fi/products/Waermepumpen/Vitocal\\_222-G\\_242-G.html](http://www.viessmann.fi/fi/products/Waermepumpen/Vitocal_222-G_242-G.html)>. Luettu 11.3.2015
- 17 Lämpöpumppujen energialaskentaopas. 2015. Verkkodokumentti. Ympäristöministeriö. <[http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-fi/maankaytto_ja_rakentaminen/lainsaadanto_ja_ohjeet/rakentamismaarayskokoelma)>. Luettu 18.4.2015
- 18 Jäspi pellettilämmityslaitteet. 2015. Verkkodokumentti. Kaukora.<[http://kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/esitteet/Jaspi\\_Pellettikattilat\\_web\\_1209.pdf](http://kaukora.fi/sites/default/files/kaukorafiles/esitteet/Jaspi_Pellettikattilat_web_1209.pdf)>. Luettu 18.4.2015
- 19 Energian kulutus ja tehon tarve. 2015. Verkkodokumentti. *www.bioenergianeuvoja.fi* <<http://www.bioenergianeuvoja.fi/biolampolaitos/energia-kulutus-ja-tehon-tarve/>>. Luettu 22.4.2015
- 20 Aho Ilari, Klemetti Esa, Hyvärinen Kalevi, Reinikainen Erja, Hara-Lindström Eeva, Sainio Sakari, Tattari Kai, Tähti Esko, Tähti Jussi. Talotekniikan elinkaaritarkastelut. Talotekniikan käsikirja 1. Suomen talotekniikan kehityskeskus Oy. 2001. 1. painos
- 21 Lämmitysjärjestelmien elinkaari. 2015. Verkkodokumentti. Energiatehokas koti. <[http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan\\_suunnittelu/lammitys/lammitysjarjestelmien\\_elinkaari](http://www.energiatehokaskoti.fi/suunnittelu/talotekniikan_suunnittelu/lammitys/lammitysjarjestelmien_elinkaari)>. Luettu 22.4.2015
- 22 Erat Bruno, Erkkilä Vesa, Nyman Christer, Peippo Kimmo, Peltola Seppo, Suokivi Hannu. Aurinko-opas aurinko energiaa rakennuksiin. Aurinkotekninen yhdistys ry-Soltekniska Föreningen rf. 2008. 1.painos
- 23 Puupellettien kuluttaja hinta. 2015. Verkkodokumentti. Liitetaulukko 25. Tilastokeskus 24.3.2015. <[http://stat.fi/til/thi/2015/02/thi\\_2015\\_02\\_2015-03-24\\_tau\\_025\\_fi.html](http://stat.fi/til/thi/2015/02/thi_2015_02_2015-03-24_tau_025_fi.html)>. Luettu 23.4.2015
- 24 Uusiutuvien lähienergioiden käyttö rakennuksissa. 2014. RIL 265-2014, Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry, 2014, 1. painos
- 25 Tasokeräin Fino. Verkkodokumentti. Sepratec Oy.< <http://www.sepratec.fi/kauppa/-p-693.html>>. Luettu 23.4.2015

- 26 Kuluttajapelletin hintaa tilastoidaan. 2015. Verkkodokumentti. Pellettienergia.fi.  
<<http://www.pellettienergia.fi/Pelletin%20hinta-%20ja%20tilastotietoja>>. Luettu  
23.4.2015
- 27 LVI-kortti 02-10383. 2005. Investointilaskelmat ja laskentataulukot.

**LämpöYkköset Oy:n maalämpötarjous****LämpöYkkönen**

Asumisen iloa

Tatu Nevala  
LämpöYkkönen Oy  
Jännekuja 1  
FI-01740 Vantaa  
p. 040 5025 862  
tatu.nevala@lampoykkonen.fi

**TARJOUS**

ASIAKASNRO: -

19.12.2014

Asiakkaan yhteystiedot:

Rakennuspaikan yhteystiedot:

01650 VANTAA

01650 VANTAA

**LÄMMITYSURAKKATARJOUS**

Kiitos tarjouspyynnöstä! Tarjoamme lämmitystekniikkaa tarjouspyyntönne mukaisesti. Toimin yhteyshenkilönä tarjoukseen liittyen. Voit tehdä tilauksen puhelimitse tai sähköpostitse, yhteystietoni ovat sivun alareunassa. Annan mielelläni lisätietoja tarjoukseen liittyen.

LämpöYkkönen Oy asentaa vuosittain yli 4000 asiakkaan tarpeisiin räätälöityä lämmitys-, viilennys- ja ilmanvaihtoratkaisua. Työllistämme 90 henkeä ja asiakastyytyväisyystutkimuksen (Asiakastieto 10/2013) mukaan asiakkaistamme 94% suosittelee LämpöYkköstä tuttavilleen.

**Perustiedot tarjouksesta:**

ALV	24 % sisältyy hintaan
Toimitusajat	Sopimuksen mukaan
Maksuehdot	Sopimuksen mukaan, laskulla tai rahoituksella
Tarjous voimassa	2.1.2015

Lämpöterveisin,

Tatu Nevala  
LämpöYkkönen Oy  
p. 040 5025 862  
tatu.nevala@lampoykkonen.fi

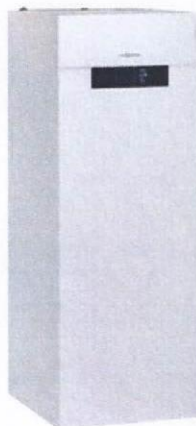


## 1. LÄMMÖNTUOTTOLAITTEISTO

**Maalämpöpumppu: Viessmann Vitocal 222-G (5,9 kW)**

### Toimitussisältö:

- integroitu käyttövesivaraaja 170 litraa
- mitat (kxlxs): 1830x600x680 mm
- massa 250 kg
- hiljainen käyntiääni (43 dB)
- COP 0 C/+35 C = 4,2 (EN 14511)
- Vitotronic säätölaite
- scroll -kompressori
- liuospiirin pumppu A-energialuokka
- lämpöjohtopumppu A-energialuokka
- 2-piirin ohjausautomaatiikka
- varalla 9 kW:n sähkövastus
- Vitocom 100 -etäohjain mahdollisuus (lisävaruste)
- laitetakuu 2 vuotta, kompressoritakuu 5 vuotta
- valmistusmaa Saksa



### Varaaja(t):

**UKV 100 (k: 1010, halk: 450)**

- korkeus 1010 mm
- halkaisija 450 mm



## **2. URAKKAAN KUULUVAT ASENNUKSET**

### **Asennussisältö:**

- uusien laitteiden siirto laitetilaaan
- keruupiirin kytkennät teknisessä tilassa
- lämmönkeruuputkiston täyttö ja ilmaus
- lämmönkeruuputkien tarvittava kondenssieristys
- keruupiirin asennus ja kytkentä talon ulkopuolella
- maalämpöpumpun kytkentä lämmönjakoverkkoon
- lämpöpumpun- / varaajan liittäminen talon käyttövesiverkkoon
- lämpöpumpun käynnistys ja säätö
- laitteiston käyttöopastus

### **Muuta urakkaan kuuluvaa:**

- lämpöpumpun ja puskurivaraajan väliset kytkennät
- maalämpöpumpun liitos keruupiiriin eri tilasta, 8-12 m päästä lämpöpumpusta

### **Laitteiden sähköistys:**

Sähkökeskus samassa tilassa 0-4m

### **Lisäosio(t), sisältyy urakkaan:**

Vanhan varaajan irroitus ja pois vienti



### 3. LÄMMÖNLÄHDE

#### Porakaivo - 1 reikä

- 120m syvä porakaivo. Sisältää varmuusmarginaalin.
  - lämmönkeruuputkisto: muovinen vesijohto PEM40PN8
  - maalämpöneste: Etanoliliuos 30 til-%
  - energiakaivon putkitus ja täyttö maalämpönesteellä
  - energiahattu kaivon päähän
  - vaakaputkiparin asennus kaivon ja laitetilan välille  
max. 4m päähän energiakaivosta, lisämetrit 55,00 €/m
  - siirtoputkiston kytkentä kaivon kollektoriputkiin (hitsausliitos)
  - muovikaivo energiareiän suojaksi
  - kaivuujälkien karkea tasoitus
- 
- hinta sisältää 3 m teräsputkitusta, tarvittaessa lisämetrit teräsputkitukselle 65,00 €/metri
  - porausjätteen poistovienti sisältyy urakkaan
  - siirtoputkiston kaivuutyöt sisältyy urakkaan

Teräsputkitus ja lisämetrit laskutetaan aina toteutuneen menekin mukaisesti.

Urakan ulkopuoliset kallioporauksen lisämetrit 33,00 €/m



## 4. YHTEENVETO

LÄMMITYSURAKKA YHTEENSÄ:

**16 400,00 €**

Työn osuus urakasta

**7 030,00 €**

## Toimitusajat

Porakaivo

Tilauksesta 4-8vk

Laitteistotoimitukset

Toimitetaan 1-2vk ennen asennusta

Asennukset

Tilauksesta 4-12vk

## Yleiset toimitusehdot

## Takuut

5 vuoden täystakuu. Takuu kattaa kaikki urakkaan kuuluvat asennustyöt, laitteistot ja komponentit.

## Muuta

## huomioitavaa

LämpöYkkönen hakee toimenpideluvan tilaajan valtuuttamana. Tilaaja vastaa viranomaismaksuista.

Tilaaja luovuttaa työssä tarvittavan sähkön ja veden veloitukselta.

Urakan ulkopuolisten erikseen tilattujen töiden veloitus 62,00 € / h. Eriksen tilatuissa töissä matkakorvaukset 0,85 € / km ja tarvikkeista laskutetaan menekin mukaan.



## Maksuposti

7pv netto seuraavasti:

10 % kun tilaus tehty

25 % kun porakaivo tehty

30 % kun patteriverkoston muutostyöt tehty

25 % kun laitteisto toimitettu

10 % kun laiteasennus tehty

Allekirjoituksella vahvistamme edellämainitut toimitusehdot ja hyväksymme tilauksen.

Paikkakunta ja päiväys: \_\_\_\_\_

Lämpöterveisin,

\_\_\_\_\_  
Tatu Nevala

LämpöYkkönen Oy

Tatu Nevala



LämpöYkkönen Oy  
info@lampoykkonen.fi

**lämpöYkkönen**  
Asumisen iloa

19.12.2014  
Tatu Nevala

## Mitoitusraportti



Saamiemme tietojen perusteella olemme  
mitoittaneet Teille sopivan lämmitysjärjestelmän:

Maalämpöpumppu: Viessmann Vitocal 222-G (5,9 kW)

### Asiakkaan yhteystiedot

Nimi  
Lähiosoite  
Postiosoite 01650 VANTAA  
Puhelinnumero  
Sähköposti

### Kohteen tiedot

Nimi  
Lähiosoite  
Postiosoite 01650 VANTAA  
Puhelinnumero  
Sähköposti

### Jälleenmyyjä

Jälleenmyyjä LämpöYkkönen Oy  
Yhteyshenkilö Tatu Nevala  
Lähiosoite Jännekuja 1  
Postiosoite FI-01740 Vantaa  
Puhelinnumero p. 040 5025 862  
Sähköposti tatu.nevala@lampoykkonen.fi

## Rakennuksen tiedot

(Loppuasiakkaan tarkistettava ennen tilausta)

Rakennuksen tyyppi	Vanha talo
Rakennusvuosi	1950 - 1972
Lämmin pinta-ala	114 m2
Lämmin tilavuus	296 m3
Puolilämmin tilavuus	0 m3
Asukkaiden määrä	4
Ilmanvaihtotapa	LTO sähkö
Lämmönjako	Patterilämmitys
Ikkunat	3-lasiset
Eristystaso	0 %

## Rakennuksen lämmitysenergian kulutus

(Mitoitus ominaiskulutuksen perusteella)

Öljynkulutus vuodessa	-
Johtumishäviöt	11263,2 kWh
Ilmanvaihto	2074,8 kWh (Ilmanvaihtokoneen sähkövastukse
Käyttövesi	4400 kWh
Lämmitystarve yhteensä	17738 kWh
Lämmitystehontarve	6,4 kW

## Lämpöpumpun mitoitus

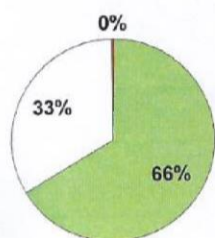
Lämpöpumpun lämpöteho	5,9 kW
Lämpöpumpulla tuotettu energiamäärä	17673 kWh
Tarvittava lisälämmitysenergia	65 kWh
Lämpöpumpun osuus huipputehosta	92 %
Lämpöpumpun osuus vuosienenerglasta	99,6 %
Ilmaisenergia	11742 kWh
Lämpöpumpun sähkönkulutus	5930 kWh

## Lämmönkeruuputkisto

Putkisto pintamaassa	300 m PEM40
Nestetilavuus	250 Litraa (ei sisällä siirtoputkistoa)
Putkisto porakaivossa	1 x 103 m PEM40PN6
Nestetilavuus	201 Litraa (ei sisällä siirtoputkistoa)

## Rakennuksen energiankulutus

Lämmitystarve yhteensä	17738 kWh
Lämpöpumpulla tuotettu energiamäärä	17673 kWh
Tarvittava lisälämmitysenergia	65 kWh
Ilmaisenergia	11742 kWh
Lämpöpumpun sähkönkulutus	5930 kWh



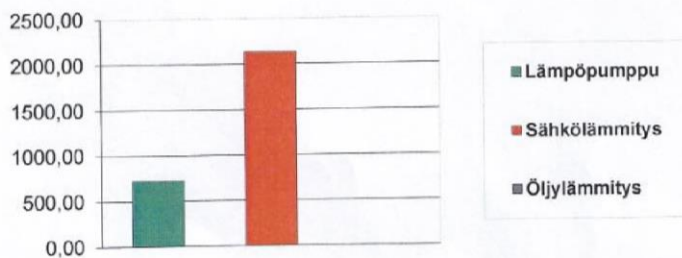
■ Tarvittava lisälämmitysenergia  
■ Ilmaisenergia  
□ Lämpöpumpun sähkönkulutus



## Arvioidut vuotuiset lämmityskustannukset

Lämpöpumpun sähkönkulutus	711,65 €	
Tarvittava lisälämmitysenergia	7,83 €	
<b>Yhteensä lämpöpumpulla</b>	<b>719,49 €</b>	(Sähkön hinnan ollessa 0,12 €/kWh)
<b>Vrt. suora sähkölämmitys</b>	<b>2128,56 €</b>	(Sähkön hinnan ollessa 0,12 €/kWh)
<b>Vrt. öljylämmitys</b>	<b>- €</b>	(Öljyn hinnan ollessa 1,12 €/litra)

Kustannuksiin vaikuttavat asuintottumukset (esim. käyttöveden kulutus, sisälämpötila)



**Senera Oy:n maalämpötarjous****TILAUSSOPIMUS: Maalämpö öljy- tai sähkölämmityksen tilalle****Järjestelmän toimittaja:**

SENERA Oy  
Martinkyläntie 43  
01720 Vantaa  
Y-tunnus: 2180851-9

**Asiakas:**

01650 Van-  
taa *Toimi-*  
*tusosoite:*

**Yhteyshenkilö:**

Antti Leppälä  
Energia-asiantuntija  
050 500 1102 antti.lep-  
pala@senera.fi

**SENERA - Suomen johtava maalämpöjärjestelmien toimittaja****1. SENERA:n asiakkaat ovat tyytyväisiä**

- Toimintamme lähtökohta on tyytyväinen asiakas. Tämän vuoksi tarjoamme huippulaadukkaita, tuhansien järjestelmien kokemuksella luotettavaksi todettuja ratkaisuja.
- SENERA:n asentajalla on IVT:n ja EU-Cert -koulutus maalämpöjärjestelmien asentamiseksi.
- SENERA Oy on Suomen Lämpöpumppuyhdistyksen (SULPU) jäsenyritys.

**2. Huolto ja takuu**

- SENERA Oy on valtuutettu IVT -lämpöpumppujen huolto-organisaatio.
- Maan kattavin huolto-organisaatio ja varaosien saatavuus
- 5 vuoden **tehdastakuu** lämpöpumpulle
- 5 vuoden takuu maalämpölaitteiston asennukselle
- 10 vuoden takuu lämpökaivolle

**Huoltopäivystys**  
**24h 029 0800 454**

**3. IVT Lämpöpumput**

- Euroopan suurin valmistaja, osa BOSCH-konsernia, valmistetaan Ruotsissa
- Yli 40 vuoden kokemus lämpöpumpuista, yli 500 000 valmistettua maalämpöpumpua, vuosituotanto 50 000 maalämpöpumppua

**4. SENERA on kustannustehokkain toimija**

- Ei ylimääräisiä kuluja organisaatiossa
- Suomen suurin maalämpöurakoitsija, suuret ostot takaavat ylivoimaisen hinta-laatusuhteen!



SENERA Oy toimittaa asiakkaalle öljy-/sähkölämmityksen korvaavan maalämpöjärjestelmän seuraavalla toimitussisällöllä:

## LAITTEISTO

### Maalämpöpumppu asennettuna

#### Maalämpöpumppu, tyyppi:

#### IVT Greenline HE C6 RST

Maalämpöpumpun mitat (K x L x S):

1800 x 600 x 645 mm

*IVT Greenline HE -maalämpöpumppu on uusi, tehokas korkean lämpötilaluokan (+65°C) maalämpöpumppu.*

*Huippuominaisuudet:*

- *Matalaenergia kiertovesipumput (portaaton säätö)*
- *Uusi säätöautomaatiikka (graafinen)*
- *Uusi vaihtventtiili (kääntyväkarainen palloventtiili)*
- *Energialaskuri vakiona (laskee tuotetun energian arvion)*

#### Maalämpöpumpun asennukseen sisältyy:

Asennustarvikkeet

LV-asennus

Sähkökytkennät maalämpöpumpun sisälle

Haalaustyö

Rahti

Maalämpöpumpun toimitus työmaalle

*Maalämpöpumpun haalaus tekniseen tilaan*

Perusasennuksen komponentit: kupariputket ja -liitososat, sulut, liittimet, varoventtiilit Lämmönjakoverkoston täyttö ja ilmaus asennuksen yhteydessä

#### Maalämpöpumpun kytkentätapa:

Maalämpöjärjestelmä kytketään normaalisti suoraan talon lämmönjakoverkoston teknisessä tilassa. Maalämpöjärjestelmän lämpimän käyttöveden varaaja kytketään käyttövesiverkoston teknisessä tilassa.

## Puskurivaraaja asennettuna

Puskurivaraaja asennetaan maalämpöpumpun ja lämmönjakoverkoston väliin.

### Puskurivaraaja-asennuksen edut:

*Suojaa lämmönjakoverkoston lämpölaajenemisen aiheuttamilta rasituksilta  
Vähentää huomattavasti patteriverkoston lämpölaajenemisesta johtuvaa napsumista  
Pidentää maalämpöpumpun käyntisyklejä ja lisää maalämpöpumpun käyttöikää  
Parantaa maalämpöpumpun hyötysuhdetta ja sen myötä pienentää lämmityslaskua*

### Puskurivaraaja, tyyppi:

**100L 4yht päällä (1570 x Ø 400 mm)**

Puskurivaraajan mitat (K x L x S):

1570 x Ø 400 mm

### Puskurivaraaja-asennukseen

### sisältyy:

Asennustarvikkeet

LV-asennustyö

Haalaustyö

Rahti

## Luotettavaa lämpöä -paketti

*SENERA Oy:n suositus on, että maalämpöasennuksen yhteydessä  
uusitaan myös seuraavat osat lämmönjakohuoneesta  
lämmitysjärjestelmän luotettavan toiminnan varmistamiseksi:*



### Luotettavaa lämpöä -pakettiin sisältyy:

Kalvopaisunta-astia

**Kalvopaisunta-astia 25L**

Lämmityksen kiertovesipumppu 1:

**Grundfos Alpha 2 25-40**

Asennustarvikkeet

LV-asennustyö



## Sähkötyöt

Maalämpöjärjestelmä toimii sähköllä ja vaatii 3-vaihevirrann toimiakseen. Tämän vuoksi useimmiten tarvitaan muutostöitä talon sähköverkkoon maalämpöpumpun turvallisen käytön varmistamiseksi.

### Sähköasennukseen sisältyy:

Sähkökaapelin asennus talon sähköverkosta turvakytkimelle varustettuna asianmukaisilla sulakkeilla

Sähkötaulun etäisyys maalämpöpumpusta 6 metriä  
0

Turvakytkimen asennus

Kumikaapelin asentaminen turvakytkimeltä maalämpöpumpulle tai olemassa olevan kaapelin hyödyntäminen

Parikaapelin asennus maalämpöpumpulta ulkolämpötila-anturille ja ulkolämpötila-anturin asennus

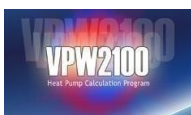
Tarvittavien muutosten teko ryhmäkeskukseen sopivien sulakkeiden asentamiseksi

Sähköasennustyöt

Sähköasennustarvikkeet

Sähkökaapeloinnit

## LÄMMÖNKERUUJÄRJESTELMÄ



**SENERA Oy mitoittaa lämmönkeruujärjestelmän IVT:n kehittämällä laskentaohjelmalla oikean mitoituksen varmistamiseksi. Mitoitusjärjestelmä huomioi mm. peruskallion lämpötilan eri leveysasteilla sekä eri paikkakuntien lämmitysenergian tarpeen.**



ROYAL INSTITUTE  
OF TECHNOLOGY

Lämmönkeruujärjestelmässä käytetään tutkitusti lämmöntuotoltaan tehokkainta lämpökaivotekniikkaa

'EXPERIMENTAL COMPARISON OF FOUR BOREHOLE HEAT EXCHANGERS'

The Royal Institute of Technology, Brinellvägen 68, Stockholm, 100 44, Sweden



SENERA Oy käyttää vaakaputkistossa lämpökaivoilta rakennukselle eristettyä ja suojattua lämmönkeruuputkea. Eristetty ja suojattu lämmönkeruuputki kestää mekaanista rasitusta.

## Lämpökaivojen poraus

<b>Lämpökaivojen lukumäärä:</b>	<b>1</b>	<b>kpl</b>
<b>Yhden lämpökaivon syvyys:</b>	<b>110</b>	<b>metriä</b>
<b>Lämpökaivojen kokonaissyvyys:</b>	<b>110</b>	<b>metriä</b>
Sisältäen 3 metriä teräsputkea per lämpökaivo		
Tiivistemansetti asennettuna lämpökaivon yläpäähän		

## Lämpökaivojen putkitus- ja asennustyöt



SENERA Oy käyttää lämpökaivoissa patentoitua TurboCollector® -lämmönkeruuputkea. TurboCollector® on jatkokehitys perinteisestä energiakollektorista (sileällä sisäpinnalla) ja tarjoaa todistetusti paremman lämmönsiirron. Parempi teho antaa suuremman hyötysuhteen lämpöpumpulle ja sen myötä lisäsäästöä asiakkaalle.



TurboCollector® Lämmönkeruuputket lämpökaivoon upotettuna ja lämmönkeruunesteellä täytettynä

*Eristetty ja suojattu vaakaputkipari lämpökaivoilta rakennuksen ulkoseinälle*

Eristetyn ja suojatun vaakaputkiparin metrimäärä: 12 metriä

*Lämmönkeruuputkiston liitosten muovihitsaus*

*Ulkoseinän läpivientien teko lämmönkeruupiirin putkille ja tiivistysmansettien asennus*

Lämmönkeruuputkien koeponnistus

Muovinen suojakaivo lämpökaivon suojaksi

Merkintälaatta rakennuksen ulkoseinään ja merkintä nauha maan alle



## Lämmönkeruujärjestelmän asennukset talon sisällä

### Lämmönkeruupiirin putkitöihin sisältyy:

Lämmönkeruupiirin putkiparin metrimäärä sisällä: 2 metriä

Kupari- ja messinkiosat (kupariputket, -mutkat, -liittimet, sulut)  
Hiukkassuodatin asennettuna ja EPS-eristekotelolla eristettynä  
Kannakointitarvikkeet ja -työt  
LV-asennustyö

#### Armaflex-eristeet ja eristystyö

Lämmönkeruupiirin paisunta-astia, tyyppi: **IVT paisunta-astia**

Asennustarvikkeet LV-  
asennustyö

## VANHAN JÄRJESTELMÄN PURKUTYÖT

### Suojaustyöt

Kohteessa ei tarvita suojaustöitä.

## MUUT TYÖT

### Toimenpideluvan palvelupaketti

1.5.2011 astui voimaan valtioneuvoston asetus, joka edellyttää toimenpideluvan hakemista lämpökaivon poraukselle. Toimenpideluvan hakuprosessi ja kunnan toimenpideluvasta veloittamat kustannukset vaihtelevat kunnittain. Asiakas vastaa aina kaikista kunnan/viranomaisen veloittamista kustannuksista.

#### Toimitussisältöön kuuluu:

Johtokartan hankkiminen (tarvitaan poraussuunnitelmaan)

Toimenpidelupahakemuksen (yleismalli) toimittaminen kuntaan (ei sisällä li Lainhuutoto-  
distuksen hankkiminen

**Asiakas hoitaa sijainti- tai loppukatselmuksen tilaamisen kunnasta, jos kunnan toimenpideluvan päätös sellaista edellyttää.**

*SENERA ei vastaa mahdollisista toimitussisältöön kuulumattomista toimenpidelupaan liittyvistä asiakirjoista tai toimenpiteistä, eikä kunnan veloittamista kustannuksista vaikka ne liittyisivät toimitussisältöön sisältyviin asiakirjoihin.*

Asennuskanaalin kaivuu ja täyttö lämpökaivoilta ulkoseinälle

Arvioitu asennuskanaalin metrimäärä kohteessa: 3 metriä

## Muut työt

Radiaattoreiden lukumäärä yhteensä	13	
Radiaattoreiden hinta yhteensä sis alv 24%		2 305
Venttiileiden ja kannakkeiden hinta yhteensä sis alv 24%		1 628

Radiaattoreiden ja varusteiden hinta yhteensä sis alv 24%	3 934
---	-------

## PUTKIEN JA OSIEN LASKENTA

Runkolinjan putkiparin metrimäärä	44	metriä	
Pystyputkien putkiparin metrimäärä	4	metriä	
Runkolinjan putkien hinta yhteensä sis alv 24%			997
Pystyputkien hinta yhteensä sis alv 24%			74
Putkiosat ja kannakkeet asennustyön hinta yhteensä sis alv 24%			588
Putkien ja osien hinta yhteensä sis alv 24%			1 659

## LV-ASENNUSTYÖN LASKENTA

Radiaattoreiden lukumäärä	13	kpl	
Runkolinjan putkiparin metrimäärä	44	metriä	
Pystyputkien putkiparin metrimäärä	4	metriä	
PUU-läpivientien lukumäärä	11	kpl	
KIVI-läpivientien lukumäärä		kpl	
Radiaattoreiden asennustyön hinta yhteensä sis alv 24%			1 904
Runkolinjojen asennustyön hinta yhteensä sis alv 24%			2 062
Pystyputkien asennustyön hinta yhteensä sis alv 24%			187
PUU-läpivientien hinta yhteensä sis alv 24%			805
KIVI-läpivientien hinta yhteensä sis alv 24%			0
Suunnittelun hinta yhteensä sis alv 24%			709
LV-asennustöiden hinta yhteensä sis alv 24%			5 668

Radiaattoriverkoston hinta yhteensä sis alv 24%	11 260
---	--------

Työn osuus yhteensä sis alv 24%	5 668
Laitteiden ja tarvikkeiden osuus yhteensä sis alv 24%	5 592

## Loppusiivous

SENERA:n asentaja vie maalämpöjärjestelmän asennusjätteet ja roskat pois sekä tekee harjasivouksen teknisessä tilassa.

### Ensihuolto ja käyttökoulutus

Ensihuoltoon ja käyttökoulutukseen sisältyy:

- Opastus maalämpöpumpun säätöihin
- Lämmönjakoverkoston hiukkassuodattimen tarkistus ja puhdistus
- Laitteiston säätö ja optimointi asiakkaan tarpeisiin

### Kokonaishinta

**Kokonaishinta muodostuu seuraavista osa-alueista:** Maaläm-

- pöpumppu asennettuna
- Puskurivaraaja asennettuna
- Luotettavaa lämpöä -paketti
- Sähkötyöt

-----  
Lämpökaivojen poraus

Lämpökaivojen putkitus- ja asennustyöt

Lämmönkeruujärjestelmän asennukset talon sisällä

Toimenpideluvan palvelupaketti

Muut työt

Loppusiivous

Ensihuolto ja käyttökoulutus

**Kokonaishinta, sis. Alv 24%:**

**28 095 euroa**

**Kokonaishinta kotitalousvähennyksen\* jälkeen, sis. Alv 24 %:**

**23 295 euroa**

**Veronmaksajien lukumäärä: 2 hlöä**

\* Verohallinto määrittelee kulloisenkin kotitalousvähennyksen määrän sekä tekee päätöksen kotitalousvähennyksen myöntämisestä. Arvio kotitalousvähennyksen vaikutuksesta kokonaishintaan on SENERA Oy:n sitoumuksetta antama arvio.

**Muuta huomioitavaa:**

Viimeinen maksuerä jaetaan kahteen tai kolmeen osaan kun asennusaikataulu ja työjärjestys tarkentuu.

**Maksuehdot****Maalämpöjärjestelmän maksuerät suoritetaan seuraavasti:**

<b>Lämpökaivojen poraustöiden jälkeen:</b>	13,7 %	<b>3 836</b>	eu- roa
Työn osuus:	3 185	euroa	
<b>Laitteiden toimituksen jälkeen:</b>	31,0 %	<b>8 722</b>	eu- roa
Työn osuus:	0	euroa	
<b>Asennustöiden jälkeen:</b>	55,3 %	<b>15 538</b>	eu- roa
Työn osuus:	7 554	euroa	

**Yhteensä:** 100,0 % **28 095** euroa

Työn osuus yhteensä: 10 738 euroa

*Erät laskutetaan toteutumisjärjestyksessä. Maksuehto on 7 päivää netto.*

*Eriä voidaan yhdistää, mikäli aikaisempia eriä ei ole laskutettu seuraavan erän tullessa laskutukseen.*

*Viimeinen maksuerä on asennustöiden jälkeen, ennen erillistä ensihuoltoa ja käyttökoulutusta. Erillinen ensihuolto ja käyttökoulutus tehdään tyypillisesti muutamia viikkoja asennuksen jälkeen.*

**Alustava toimitusaika**

Alustava lämmönkeruujärjestelmän asennusaika: Toukokuu 2015

Alustava maalämpöjärjestelmän asennusaika: Kesäkuu 2015

*Asennusajat tarkentuvat myöhemmin ja tarkemmista ajankohdista tiedotetaan asiakasta lähempänä asennustöiden alkua. Toivomukset tarkemmasta asennusajankohdasta on esitettävä viimeistään kahta viikkoa ennen haluttua ajankohtaa.*

**Tilausvahvistus**

Hyväksyn edellä esitetyn toimitussisällön ja tilaan sen mukaiset tuotteet ja palvelut. Olen tutustunut myös toimitusehtoihin ja hyväksyn ne.

Tästä tilaussopimuksesta on tehty kaksi (2) samanlaista kappaletta, yksi kummallekin sopija-osapuolelle.

Päivämäärä:

20.1.2015

Allekirjoitus ja nimen selvennys :

Henkilötunnus: \_\_\_\_\_

☐ Ajokortti: \_\_\_\_\_☐ Passi: \_\_\_\_\_☐ Henkilökortti: \_\_\_\_\_

Antti Leppälä

Energia-asiantuntija

SENERA Oy

Henkilötunnus: \_\_\_\_\_

☐ Ajokortti: \_\_\_\_\_☐ Passi: \_\_\_\_\_☐ Henkilökortti: \_\_\_\_\_

**Toimitusehdot**

1/3

**Yleistä**

- 1 **Sopimus on molempia osapuolia sitova.** Mahdollisista muutoksista toimitussisältöön neuvotellaan aina ta-pauskohtaisesti erikseen. Sopimus ei sisällä eikä SENERA sitoudu toimittamaan asiakkaalle muita tuotteita tai palveluja kuin mitä tässä sopimuksessa on nimenomaisesti sovittu.
- 2 SENERA Oy noudattaa kuluttaja-asiamiehen tarkastamia ja hyväksymiä rakennusalan töitä koskevia yleisiä kuluttajasopimusehtoja RYS-9 1998.
- 3 Sopimuksen ulkopuolisista töistä veloitetaan seuraavasti:
  - Työkustannuksista 62 € / tunti, matka-aika 38 € / tunti ja kilometrikorvaus 1 € / km (sis. alv 24%)
  - LVI-tarvikkeista Onninen Oy:n ovh-hinnat -10%.
  - Rakennustarvikkeista ja lisätöimiuksista toteutuneet kustannukset + RYS-9 1998 sopimusehtojen mukainen 14,6%:n yleiskustannuslisä.
  - Kaivinkoneen siirtokustannukset 1,86 € / km ja kaivinkoneen työtunnin hinta 97,50 € / tunti (sis. alv 24%)
  - Kuorma-auton siirtokustannukset 1,86 € / km ja kuorma-auton työtunnin hinta 97,50 € / tunti (sis. alv 24%)

*Sopimuksen ulkopuoliset työt voivat sisältää asiakkaan erillisestä pyynnöstä erikseen sovittaessa tehtäviä töitä, esim. asennettavaa allasta, vesihanaa, kasteluvesipistettä, lisäpatteria tms. mikä työnä ei liity maalämpöjärjes-telmän asentamiseen.*

**Järjestelmän mitoitus**

- 4 Maalämpöjärjestelmän mitoitus perustuu asiakkaan ilmoittamiin toteutuneisiin energiankulutustietoihin. Asiak-kaan velvollisuutena on toimittaa oikeat kulutustiedot SENERA Oy:n edustajalle maalämpöjärjestelmän mitoi-tusta varten. Mikäli asiakas on ilmoittanut virheelliset kulutustiedot ja tämä johtaa maalämpöjärjestelmän vir-heelliseen mitoitukseen, ei SENERA Oy ole vastuussa maalämpöjärjestelmään myöhemmin vaadittavien muutostöiden kustannuksista.

**Maalämpöjärjestelmän mitoituksessa käytetyt lämmitysenergian toteutuneet kulutustiedot:**

Laskennallinen huipputehon tarve:	6,7 kW
Lämmitysöljyn kulutus:	1,6 m3/vuosi

- 5 Maalämpöjärjestelmä on mitoitettu 65°C:n lämmönjakoverkoston menoveden lämpötilalla ulkolämpötilan ol-lessa -2,4°C . Mikäli rakennuksen lämmönjakoverkosto vaatii korkeamman menoveden lämpötilan ja tästä johtuen esim. patteriverkoston pinta-alaa joudutaan kasvattamaan, asiakas vastaa tarvittavista muutostöistä.

**Lämpökaivon poraustyö**

- 6 Mikäli kiinteä peruskallio on syvemmällä kuin 1 metriä maanpinnasta, jokaista 3 metriä ylittävistä maapo-rausmetristä veloitetaan sopimuksen kokonaishinnan lisäksi 69 euroa / metri. Maaporaus tehdään rosoisen kalliokerroksen läpi ja vähintään kahden metrin verran kiinteään kallioon. Maaporaus tehdään ja laskutetaan 3 metrin jaolla. Mikäli maaporaus määrä ylittää 10 metriä, syvennetään lämpökaivoa jokaista 10 metriä ylit-tävää maaporausmetriä kohden 0,5 metriä. Lämpökaivon syvennyksen hinta on 35,2 euroa/metri (sis. tarvitta-vat lämmönkeruuputket nesteineen asennettuna).
- 7 Mikäli pohjaveden pinta on syvemmällä kuin 10 metriä maanpinnasta, syvennetään lämpökaivoa vastaava metrimäärä ja tästä laskutetaan normaali poraustyön ja putkituksen metrihintaa 35,2 euroa/metri.
- 8 Tontilla olevien vesi- ja viemäriputkien sekä sähköjohtojen sijainti selvitetään yhdessä asiakkaan kanssa. Lämpökaivon paikka merkitään tontille ennen porausta yhdessä asiakkaan kanssa. Asiakas varmistaa, että merkityssä paikassa ei ole edellä mainittuja putkia tai johtoja. Mikäli sopimuksessa ei muuta mainita, kiinteis-tön omistaja hankkii tarvittavat putki- ja johtokartat
- 9 Mikäli asiakkaan tai lähinaapurin tontilla on käytössä oleva käyttövesikaivo, porataan lämpökaivo(t) vähintään 30 metrin etäisyydelle käyttövesikaivosta, jotta riski käyttöveden laadun heikentymisestä olisi mahdollisimman pieni. Huolimatta 30 metrin etäisyydestä voi käyttövesikaivon veden laadussa tapahtua muutoksia. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että lämpökaivoja porattaessa veteen sekoittunutta kiviä voi päätyä kalliohal-keamaa pitkin käyttövesikaivoon. Tämä voi samentaa käyttövesikaivon veden. Sameneminen poistuu yleensä ajan myötä. SENERA Oy ei ole vastuussa käyttövesikaivon veden laadussa tapahtuvista mahdollisista muu-toksista.
- 10 Mikäli peruskalliossa tulee poraustöiden yhteydessä vastaan ruhevyöhyke, hiekkatasku tms. mikä estää läm-pökaivon poraamisen alkuperäisen suunnitelman mukaisesti ja tästä johtuen porataan lisälämpökaivo, lisä-lämpökaivoon porataan 10 metrin aktiivisyvyyssissä, josta laskutetaan 35,2 euroa/metri.

**Toimitusehdot****2/3**

- 11 Mikäli lämpökaivon poraustyö aiheuttaa muutoksia asiakkaan tai lähinaapurin tontilla olevan vesikaivon veden pinnan korkeuteen, SENERA Oy ei ole vastuussa näistä muutoksista.

- 12 **Kiinteistön omistaja vastaa kaikista viranomaisten veloittamista kuluista (esim. toimenpidelupa ja siihen liittyvät kustannukset).**

- 13 Mikäli sopimuksessa ei muuta mainita, asiakas vastaa lämpökaivon porausta varten tarvittavan toimenpideluvan hankkimisesta. Mikäli kohteeseen ei saada viranomaiselta toimenpidelupaa, tilaussopimus raukeaa.

**Lämmönkeruuputkiston asennus**

- 14 Mikäli lämpökaivon porauksen tai lämmönkeruupiirin asennuksen yhteydessä poistetaan tai siirretään kasveja, SENERA Oy ei vastaa kasvien siirtämisestä, uudelleen istuttamisesta, uusien kasvien hankkimisesta tai niistä aiheutuvista kustannuksista.

- 15 Mikäli lämmönkeruuputkiston vaakavedon kanaalin toteuttaminen vaatii louhintatöitä, veloitetaan louhinnasta aiheutuvat kustannukset seuraavasti:

- 30 cm:n paksuudelta ensimmäiset 3 metriä hintaan 885 euroa
- 30 cm:n paksuudelta 3 metrin ylittävältä osuudelta 178 euroa/metri

Mikäli kalliota joudutaan poistamaan 60 cm:n kerros, laskutetaan 30-60 cm syvältä osuudelta lisäksi 178 euroa/metri.

- 16 Mikäli lämmönkeruuputken vaakakanaalin kaivuu- ja täyttötöistä jää yli kiviä, maa-ainesta tms. joita ei voida käyttää kanaalin täyttöaineksena, sijoitetaan ylimääräimateriaalit tontille. Kivien, maa-aineksen tms. poiskuljetus ei sisälly urakkaan muuten kuin erikseen sovittaessa.

- 17 Mikäli asiakas asentaa itse SENERA Oy:n toimittaman maaputkiston ja siinä todetaan vaurio (esim. maalämpöjärjestelmän asennuksen yhteydessä), ei SENERA Oy ole velvollinen korvaamaan asiakkaalle uutta lämmönkeruuputkistoa ja hukkaan mennyttä lämmönkeruunestettä. Korjaustöistä SENERA Oy:lle mahdollisesti aiheutuvat kustannukset veloitetaan toimitusehtojen kohdan 3 mukaisesti.

- 18 Mikäli lämpökaivon paikka muuttuu sopimuksen allekirjoituksen jälkeen tai joudutaan poraamaan maaperästä, tms. syistä johtuen lisälämpökaivo ja tästä aiheutuu lisätöitä vaakaputkien asennukseen ja kaivuutöihin, veloitetaan vaakaputkituksen lisämetreistä 69 euroa/metri.

- 19 Mikäli sopimuksessa ei ole muuta sovittu, laskutetaan asfalttityöt toteutuneiden kustannusten mukaisesti + RYS-9 1998 sopimusehtojen mukainen 14,6%:n yleiskustannuslisä.

**Vanhan lämmitysjärjestelmän purku**

- 20 Mikäli SENERA Oy suorittaa vanhan lämmityskattilan (öljy, puu, tms.) purkutyöt, SENERA Oy ei vastaa vanhaan lämmityskattilaan mahdollisesti tulevista vaurioista.

- 21 Mikäli öljylämmityksen purun yhteydessä havaitaan, että öljysäiliö tai muu laitteisto on vuotanut öljyä ympäristöön tai maaperään, SENERA Oy ei vastaa puhdistus- tai muista kustannuksista.

- 22 Mikäli vanhan lämmitysjärjestelmän purun yhteydessä havaitaan asbestia purettavissa osissa ja asbestin purku ei sisälly toimitussisältöön, SENERA Oy veloittaa asiakkaalta asbestin purusta aiheutuneet kustannukset toteutuneiden kustannusten perusteella + RYS-9 1998 sopimusehtojen mukaisen 14,6%:n yleiskustannuslisän.

**Sähkötyöt**

- 23 Tilaaaja vastaa kiinteistön pääsulakkeen, sähköpääkeskuksen ja syöttökaapelin muutostöiden kustannuksista.

**Toimitusehdot****3/3****Asennustyöt**

- 24 SENERA Oy ei vastaa mahdollisista patteriverkoston ikääntymisestä ja kulumisesta johtuvista vioista. Mikäli lämmönjakoverkoston tarvitaan muutos-, korjaus- tai säätötyöt maalämpöjärjestelmän asennuksen jälkeen, veloitetaan niistä toimitusehtojen kohdan 3 mukaisesti.
- 25 Mikäli rakennuksessa on avopaisunta-astia ja sen erottaminen lämmönjakojärjestelmästä ei onnistu teknisessä tilassa, johon maalämpöjärjestelmä asennetaan, tarvittavat työt suoritetaan laskutustyönä toimitusehtojen kohdan 3 veloituserusteiden mukaisesti. Mikäli asiakkaan yösähkövaraaja tai muu iso varaaja jää käyttöön, avopaisunta-astia jää myös käyttöön.
- 26 Mikäli maalämpöjärjestelmä asennetaan tilaan, jossa ei ole lattiakaivoa, SENERA Oy ei ole vastuussa mikäli talon lämmitys- tai käyttövesijärjestelmässä tapahtuu vuoto.
- 27 Maalämpöjärjestelmän hintaan sisältyy lämmönkeruuputkien eristykset rakennuksen sisällä. Muista putkieristyksistä sovitaan erikseen.
- 28 **Laadukkaan ja nopean toimituksen varmistamiseksi asiakas vastaa seuraavista asioista:**
1. Kohteessa tulee olla voimassa oleva palovakuutus.
  2. Poralle tulee olla esteetön pääsy porauspaikalle (tien leveys, kantavuus, tasaisuus, lumityöt ja hiekoitus yms.)
  3. Sähkön ja veden saannin huolehtiminen poraus- ja asennustöiden ajaksi.
  4. WC:n käyttömahdollisuus sekä esteetön kulku asentajille.

**Toimitusaika**

- 29 SENERA Oy sitoutuu asentamaan maalämpöjärjestelmän sopimuksessa mainitun alustavan asennuskuukauden tai viimeistään sitä seuraavan kuukauden aikana ellei sopimuksessa ole muuta sovittu.
- 30 Lämpökaivojen porauksessa pakkasraja on -15 °C. Mikäli ulkolämpötila alittaa -15 °C pakkasastetta, voi poraustyöhön aiheutua viive.
- 31 SENERA Oy ei vastaa ulkoisista tekijöistä johtuvista viivästyksistä järjestelmän asennusaikataulussa.
- 32 Mikäli lämpökaivon porauksen toimenpideluvan saaminen viivästyy ja tästä aiheutuu viivästyminen projektiaikatauluun, ei SENERA Oy ole vastuussa projektiaikataulun viivästyksestä.
- Muuta**
- 33 Tilauksen yhteydessä asiakas antaa SENERA Oy:lle luvan luottotietojensa tarkastamiseen.
- 34 Hintaa korottavat muutos- tai lisätyöt jatkavat automaattisesti osapuolten sopimaa toimitusaikaa kohtuullisena pidettävällä ajalla.
- 35 SENERA Oy ei vastaa mistään välillisistä, epäsuorista tai muista ennalta arvaamattomista vahingoista.
- 36 SENERA Oy:n vahingonkorvausvelvollisuuden maksimimäärä on kaikissa tapauksissa urakkasumman arvonlisäveroton määrä
- 37 SENERA Oy ei vastaa vioista tai toimintahäiriöistä, jotka ilmenevät asennustyön yhteydessä kiinteistön omistajan laitteissa, kojeissa, johdoissa, putkistoissa, rakenteissa tai muissa vastaavissa, jollei tilaaja kykene selvästi osoittamaan vian tai toimintahäiriön johtuvan SENERA Oy:n huolimattomuudesta. Selvyyden vuoksi todetaan, että SENERA Oy:n huolimattomuutena ei pidetä sellaisia toimia, joihin on välttämätöntä ryhtyä SENERA Oy:n tilaussopimuksen mukaisten velvoitteiden täyttämiseksi.
- 38 SENERA Oy myöntää lämpöpumpulle sekä maalämpöjärjestelmän LVS-asennustyölle viiden vuoden takuun asennuspäivämäärästä lukien. Lämpökaivon takuu on 10 vuotta. Mahdollisten erillisten asennettavien laitteiden (esim. puhallinkonvektori tai radiaattori) takuu aika on aina korkeintaan vastaava kuin valmistajan ilmoittama takuu aika.
- 39 Kaikki talon lämmityskustannukset kuuluvat aina asiakkaalle



**Tom Allen Oy:n maalämpötarjous**

Tarjousnumero:  
Päiväys: 09.12.14  
Asiakkaan nimi:  
Osoite: 01650/ANTAA  
Toimitusosoite:  
Puhelin:  
Sähköposti:

**Tarjous lämmitysjärjestelmän toteuttamisesta**

1. Tarjouksen yhteenvedo
2. Tilaus
3. Toimituksen erittely
4. Muut ehdot

LIITE:  
Tom Allen Oy:n yleiset toimitusehdot

**Maalämpöä suomalaisille 20 vuoden kokemuksella**

Tom Allen Oy on maalämpöjärjestelmien toimittamiseen erikoistunut palveluyritys. Yhtiömme ammattilaiset ovat menestyksellisesti suunnitelleet ja toteuttaneet suomalaisiin koteihin ja kiinteistöihin yli 5.000 maalämpöjärjestelmää. Toimimme täyden palvelun periaatteella tavoitteenamme tyytyväinen asiakas.

## 1. Tarjouksen yhteenveto

### Hyvä Asiakkaamme,

Tarjoamme Teille saamiemme lähtötietojen perusteella lämmitysjärjestelmän kokonaistoimitusta avaimet käteen seuraavasti:

Maalämpöjärjestelmän kokonaistoimitus	28 822,54 €
---------------------------------------	-------------

### Urakkahinnan erittely:

Laitteiden ja tarvikkeiden osuus	9 692,47 €
Kotitalousvähennyskelpoisten töiden osuus	7 208,47 €
Muiden töiden osuus	11 921,60 €

### Mahdolliset lisähinnat töille, joita ei tarjousvaiheessa pystytä ennakoimaan:

Teräspuutkiporaus yli tarjotun määrän (€/m)	59,00
Siirtoputket yli tarjotun määrän (€/m)	9,07

Tarjouksen hinnat sisältävät arvonlisäveroa 24 %

Tämä tarjous on voimassa 08.01.15 saakka.

Toivomme tarjouksen sopivan Teille ja johtavan yhteydenottoon. Vastamme mielellämme mahdollisiin lisäkysymyksiin.

Ystävällisin terveisin,

Timo Aalto

045 638 4601

timo.aalto@tom-

mallen.fi

## 2. Tilaus

Hyväksyn tarjouksen ja tilaan tarjouksen mukaisen lämmitysjärjestelmän 5 vuoden takuulla.

Paikka ja aika

Asiakkaan allekirjoitus ja nimenselvennys



### 3. Toimituksen erittely

#### LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄ

LÄMPÖPUMPPUASENNUS BOSCH	
BOSCH COMPRESS LW/M 6 230 L VARAAJALLA	1 KPL
KYLMÄPUOLEN KYTKENTÄSARJA 4-16KW	
LÄMPÖPUOLEN KYTKENTÄSARJA BOSCH LÄMPÖPUMPUILE	
PUSKURISÄILIÖ	
PUSKURISÄILIÖ BOSCH BC 100 L	1 KPL
TAAJUUSOHJATTU KIERTOPUMPPU ALPHA 2 L- 25-60	1 KPL

#### KYTKENTÄ LÄMMITYS- JA KÄYTTÖVESIVERKKOON

LÄMPÖPUMPPUJÄRJESTELMÄ YHTEENSÄ	10 744,43 €
---------------------------------	-------------

#### TOMALLEN LÄMPÖKAIVO

KAIVONPORAUS Ø11CM 124M	1 KPL
TERÄSPUTKI 168,3X4,5MM	3 M
TURBOKOLLEKTORIN 120M ASENNUS	1 KPL
TURBOKOLLEKTORI Ø40 2X120M SIS. 12KG POHJAPAINON	1 KPL

TOMALLEN LÄMPÖKAIVO YHTEENSÄ	4 029,67 €
------------------------------	------------

#### SIIRTOPUTKISTO

KYTKENTÄ LÄMPÖKAIVOON	1 KPL
MAALÄMPÖ HAAROTUSKAIVO 560X4	1 KPL
SIIRTOPUTKISTON ASENNUS	
MAALÄMMÖN SIIRTOPUTKI 40/70MM	14 M
ULKOSUOJA SIIRTOPUTKELLE 1900 X 230 X 135	1 KPL

SIIRTOPUTKISTO YHTEENSÄ	1 KPL 523,06 €
-------------------------	----------------

#### MUUT TYÖT JA VARUSTEET ASENNETTUNA

TOIMENPIDELUVAN HAKU	1 KPL
KOHTEN KEVYT SUOJAUS	1 KPL
KIVIAINEKSEN KÄSITTELY	1 KPL
KAIVUUTYÖT	1 KPL
KAIVUUMETRIT	4 M
LÄPIVIENNIT	2 KPL
LÄPIVIENTI BETONI 8CM	50 CM
VARAAJAN PURKU	1 KPL
SÄHKÖKYTKENTÄ	1 KPL
TURVAKYTKIN IP66 11KW	1 KPL
RADIAATTORIT 12 KPL ASENNETTUNA RUNKOLINJOINEEN	1 KPL
LP-ASENNUSRYHMÄ 1	

MUUT TYÖT JA VARUSTEET ASENNETTUNA YHTEENSÄ	13 401,39 €
---	-------------

#### KÄYTTÖÖNOTTO

KÄYNNISTYS JA ILMAUS

---

LUOVUTUS JA KOULUTUS

KÄYTTÖÖNOTTO YHTEENSÄ

124,00 €

#### 4. Muut ehdot

##### Takuu

Toimitetun lämmitysjärjestelmän takuu on viisi vuotta.

Takuu alkaa kun järjestelmä on käynnistetty ja luovutettu asiakkaalle (luovutuspäivä).



##### Toimitusaika

Lämmitysjärjestelmän asennus ja lämpökaivojen poraus toteutetaan asiakkaan kanssa erikseen sovittavan aikataulun mukaisesti.

##### Yleiset toimitusehdot

Toimitukseen sovelletaan Tom Allen Oy:n yleisiä toimitusehtoja. Mahdolliset kiinteähintaiseen urakkaan kuulumattomat lisätyöt laskutetaan erikseen. Arvonlisäveron muutokset otetaan laskutuksessa huomioon vaikutuksensa mukaisesti.

Tämän tarjouksen perusteella syntynyt sopimus voidaan asiakkaan puolelta purkaa, mikäli tarvittavia viranomaislupia ei saada. Viranomaismaksut ovat asiakkaan vastuulla.

##### Maksuehdot

Maksuehto on 7 päivää laskun päiväyksestä. Toimitussisällön mukainen kiinteähintainen urakka laskutetaan töiden etenemisen mukaisesti.

##### Muut sovitut asiat

ASBESTIPURKU - ei kuulu toimitukseen.

**Tom Allen Oy****YLEISET TOIMITUSEHDOT 1/2012****1. SOVELTAMINEN**

- (1) Näitä yleisiä toimitusehtoja noudatetaan Tom Allen Oy:n lämmitysjärjestelmien ("Järjestelmä") toimituksiin, ellei näissä ehtoissa määritellyssä Tilauksessa ole joltain osin toisin sovittu.
- (2) Järjestelmä kuvataan kussakin Tilauksessa erikseen.

**2. TARJOUS JA TILAUKSEN SYNTYMINEN**

Sitova tilaus syntyy kun asiakas ("Asiakas") kirjallisesti tai sähköpostitse hyväksyy Toimittajan kirjallisen Tarjouksen sen voimassaoloaikana ("Tilaus"). Voimassaoloajan jälkeen tapahtuva hyväksyminen edellyttää Toimittajan erillistä kirjallista vahvistusta. Tarjoukset ovat voimassa 30 päivää niiden päiväyksestä, ellei niissä ole toisin mainittu.

Mikäli Asiakas peruuttaa Tilauksen, Asiakas korvaa Tilauksen peruuttamisesta Toimittajalle 5 % sovitusta kauppasummasta.

**3. TOIMITUSEHDOT; OMISTUS- JA KÄYTTÖ-OIKEUDET**

- (1) Toimituslauseke on asennettuna nimetyssä määräpaikassa.
- (2) Asiakas vastaa siitä, että asennuskohde on toimituspäivänä siinä kunnossa, että Toimittaja voi keskeytyksettä suorittaa Järjestelmän kunkin osa-alueen asennuksen.
- (3) Asiakas vastaa siitä, että Toimittajan koneilla ja muilla välineillä, sekä henkilöillä on vapaa pääsy paikkaan, jossa suoritetaan asennus-, huolto- takuu- tai muuta toimitukseen liittyvää työtä.
- (4) Asiakas vastaa siitä, että joka asennusvaiheessa on Toimittajan käytettävissä 16 ampeerin valovirtaa ja käyttökelpoista makeaa vettä asennusta varten.
- (5) Mikäli asennuskohteessa ilmenee toimituseste, pyrkii Asiakas ilmoittamaan Toimittajalle esteestä viimeistään kahta (2) vuorokautta ennen toimituspäivää.
- (6) Mikäli tuotteiden toimitukseen liittyy testauksia, Omistusoikeus Asiakkaalle luovutettuun testausaineistoon ja -tietoihin on Toimittajalla ja niitä saa käyttää vain Toimittajan ohjeen mukaan ja sen määräämään tarkoitukseen Toimittajan pyynnöstä.
- (7) Tilaus- ja tarjousasiakirjojen liitteenä olevat lämpöhäviö-, lämmöntarve-, kustannuslaskelmat ja muutkin sellaiset arviot ja laskelmat, jotka perustuvat osittainkin Asiakkaan tai hänen puolella olevan tahon antamiin tietoihin, ovat laskennallisia arvioita, joiden paikkansapitämättömyys ei saa aikaan korvausvelvollisuutta, oikeutta hinnanalennukseen tai mihinkään hyvitykseen Toimittajalta Asiakkaalle.
- (8) Myytyjen laitteiden ja tarvikkeiden omistusoikeus siirtyy Asiakkaalle kun kauppahinta ja muut toimitukseen liittyvät maksut mahdollisine korkoineen on kokonaan maksettu Toimittajalle.
- (9) Vaaranvastuu asennuskohteeseen toimitettujen laitteiden ja tarvikkeiden osalta siirtyy Asiakkaalle, kun ne on toimitettu asennuskohteeseen.
- (10) Tilaukseen kuuluvat ohjelmat, dokumentit sekä niiden kopiot ovat Toimittajan tai Toimittajan päämiehen omaisuutta. Asiakas saa Järjestelmän kauppahintaan sisältyvää maksua vastaan ainoastaan oikeuden käyttää niitä omiin sisäisiin tarkoituksiinsa Järjestelmässä. Asiakas ei saa yksinoikeutta niiden käyttöön. Asiakkaalla ei ole oikeutta ilman Toimittajan kirjallista suostumusta muuttaa, kääntää alkukielelle eikä luovuttaa tai muulla tavalla asettaa niitä kolmannen käyttöön.

**4. VIRANOMAISLUVAT**

Asiakas vastaa kustannuksellaan siitä, että Järjestelmän asennukseen on olemassa vaadittavat viranomaisluvut (mm. lämpökaivon poraukseen ja asennukseen tarvittavat luvat) viimeistään Järjestelmän asennuksen alkaessa ja vastaa suunnitelmien mahdollisista viranomaistarkastuksista ja/tai -hyväksynnästä ja katselmuksista tai mittauksista.

Asiakas vastaa siitä, että Järjestelmän asennukseen on olemassa kiinteistön ja/tai sillä sijaitsevan rakennuksen omistajan lupa, mikäli tällaista lupaa edellytetään Järjestelmän asentamiseksi.

Asiakas vastaa kaikesta siitä välittömästä ja välillisestä vahingosta, mikä aiheutuu siitä, että tarvittavaa lupaa ei ollut olemassa tai mikä olisi voinut välttää, jos lupa olisi asianmukaisesti haettu.

**5. ALIHANKINNAT**

Toimittajalla on oikeus teettää Tilaukseen sisältyviä tehtäviään kolmannella osapuolella. Toimittaja vastaa kolmannen osapuolen työstä ja sen tuloksista kuin omastaan.

**6. TAKUU**

- (1) Toimittajan myöntää takuun suoraan Asiakkaalle ja vastaa laitteen takuusta ja virheistä. Mikäli laitteen tai Järjestelmän jonkin osan, koneen tai laitteen maahantuoja tai valmistaja on myöntänyt suoraan Asiakkaalle jonkun takuun, voi asiakas suoraan vaatia takuun piiriin kuuluvaa korjausta suoraan mainitulta taholta.
- (2) Takuun perusteella Toimittaja korjaa vaurioituneita raaka-aine-, valmistus- tai asennusvirheistä johtuvat viat, jotka ilmenevät laitetta/tarviketta normaalisti käytettäessä käyttöohjeita noudattaen ja jotka ilmoitetaan Toimittajalle takuu-aikana välittömästi vian ilmettyä. Takuuaika on viisi (5) vuotta toimituspäivästä, ellei tarjousta tilausasiakirjoissa muuta mainita.
- (3) Takuun puitteissa Toimittaja harkintansa mukaan joko korjaa tai vaihtaa vialliset osat. Vaihdetut osat siirtyvät Toimittajan omistukseen. Takuukorjaus voidaan suorittaa Asiakkaan tiloissa, mikäli se katsotaan tarkoituksenmukaiseksi. Mikäli takuukorjausta ei voida suorittaa tai sitä muutoin ei ole tarkoituksenmukaista suorittaa Asiakkaan tiloissa, voidaan se suorittaa Toimittajan parhaaksi katsomassaan paikassa. Takuukorjauksiin liittyvistä matka- ja majoituskustannuksista, matka-aikaveloituksista vastaa Toimittaja. Toimittajalle ilmoitettujen takuun piiriin kuulumattomien vikojen tutkimisesta ja korjaamisesta aiheutuneet kulut laskutetaan erikseen.
- (4) Toimittajan vastuu ulottuu ainoastaan virheisiin, jotka syntyvät Tilauksen edellyttämässä käyttöolosuhteissa ja Järjestelmää oikein käytettäessä. Se ei käsitä virheitä, jotka johtuvat Asiakkaan antamista virheellisistä tai puutteellisista perustiedoista, muun kuin Toimittajan suorittamasta virheellisestä, puutteellisesta tai ohjeiden vastaisesta laitteiden säilytyksestä, asennuksesta, huollosta, korjauksesta tai muutoksesta, viallisista tai sopimattomista tietotarvikkeista, muiden kuin Toimittajan hyväksymien tuotteiden liittämistä järjestelmään, jännitehäiriöistä, onnettomuudesta tai tavanomaisesta kulumisesta. Toimittajan takuu ei myöskään käsitä laitteen toimintakunnon kannalta merkityksellisiä virheitä.
- (5) Asiakas vastaa yksin lämmitysverkon toimivuudesta ja ominaisuuksista, mikäli se ei kuulu Toimittajan toimittamaan Järjestelmään.
- (6) Takuukorjaus ei pidennä takuu-aikaa.

**7. ASENNUS JA HUOLTO**

Toimittaja suorittaa Järjestelmän asennuksen. Ellei Järjestelmän huollosta ole erikseen sovittu, ei huolto kuulu sopimukseen.

**Tom Allen Oy****YLEISET TOIMITUSEHDOT 1/2012****8. HINNAT JA MAKSUT**

- (1) Tilauksessa mainitut hinnat tarkoittavat Järjestelmän toimitusta Tilauksessa mainittuun kohteeseen siinä laajuudessa kuin Tilauksessa on määritelty. Hinta sisältää arvonlisäveron, ellei Tilauksessa ole toisin nimenomaan mainittu.
- (2) Kauppahinnan lisäksi Asiakas maksaa erikseen Tilaukseen kuulumattomat erät, kuten esimerkiksi lisätyöt, Järjestelmän lisälaitteet tai -ominaisuudet tai muut muutokset Toimittajan kulloinkin voimassaolevan hinnaston mukaisesti.
- (3) Toimittajalla on oikeus yksipuolisesti korottaa hintaa, jos Toimittajalle sopi-muksen täyttämistä aiheutuvat kustannukset kohoavat
  - (a) sellaisesta valtiovalan lainsäädännöllisestä toimenpiteestä tai viranomaisen päätöksestä, jota Toimittajan ei kohtuudella voida edellyttää ottaneen huomioon sopimusta tehtäessä
  - (b) työtä kohdanneen Toimittajan vaikutusmahdollisuuksien ulkopuolella olevan esteen vuoksi, jos Toimittajan ei kohtuudella voida edellyttää ottaneen estettä huomioon sopimusta tehtäessä
  - (c) Toimittajan suoritusta on lykätty syystä, joka ei johdu Toimittajasta ja hinnankorotus johtuu Toimittajalle tämän vuoksi aiheutuvasta kustannusten noususta; tai
  - (d) korotus johtuu sellaisten tietojen paikkansapitämättömyydestä, jotka Asiakas tai sen yhteistyökumppani on antanut tai joiden hankkiminen on ollut Asiakkaan vastuulla.
- (4) Toimittajan on ilmoitettava hinnan korotuksesta ja sen perusteesta viipymät-tä sen jälkeen, kun hän sai tietää muutoksen perusteena olevasta seikasta ja sen vaikutuksesta hintaan.

**9. MAKSUEHDOT**

- (1) Maksuehto on 7 päivää netto laskun päiväyksestä. Toimittaja laskuttaa vai-heittain Järjestelmän toimituksen etenemisen mukaan.
- (2) Asiakkaan on esitettävä laskuun kohdistuvat huomautukset ilman aiheetonta viivytystä ja joka tapauksessa laskussa il-moitettun määräajan kuluessa.

**10. MAKSUN VIVÄSTYMINEN**

- (1) Jos maksua ei suoriteta viimeistään erääntymispäivänä, Toimittaja on oikeu-tettu laskemaan hyväkseen erääntymispäi-västä lukien vuotuista viivästyskorkoa 14 prosenttia. Asiakkaan ollessa kuluttaja, maksetaan viivästyskorkoa korkolain mukaisesti.
- (2) Toimittajalla on oikeus maksun viivästymisen perusteella keskeyttää velvoit-teensa täyttäminen korvausvelvollisuudesta. Toimituksen keskeyttämisestä on ilmoitettava Asiakkaalle kirjallisesti.
- (3) Jos Asiakkaan maksu viivästyy erääntymispäivästä yli 45 päivää, Toimittajalla on oikeus purkaa Tilauk- sen kokonaan tai osittain ja ottaa Järjestelmä hallintaansa, ellei Asiakas aseta riittävää vakuutta Tilauksen täyttämiseksi. Asiakas on tällöin velvollinen korvaamaan Toimittajalle syntyneen vahingon.

**11. TOIMITUKSEN VIVÄSTYMINEN**

- (1) Mikäli toimituksen luovutus viivästyy Toimittajasta johtuvasta syystä, Asiak-kaalla on oikeus saada Toimittajalta viivästy-misajalta sopimussakkoa. Vähäiset puutteellisuudet eivät estä toimituksen luovutusta.
- (2) Sopimussakko on 0,5 % viikossa niiden tuotteiden hinnasta, joita Asiakas ei voi Toimittajan viivästyksen vuoksi ottaa oleellisilta osiltaan tarkoitettuun käyttöön, kuitenkin yhteensä korkeintaan 7,5 % tästä hinnasta. Sopimussakko lasketaan kuitakin täydeltä viikolta, jolla Toimittajan viivästymisen, vähennettynä mahdollisella Asiakkaasta johtuvalla viivästymi-sellä, ylittää neljä viikkoa.
- (3) Sopimussakon maksamisen edellytyksenä on, että Asiakas tekee sitä koske-van vaatimuksen kirjallisesti 14 päivän ku-luessa toimituksesta tai sovitusta toimituspäivästä tai mahdollisesta Toimittajan suorittamasta asennuksesta tai siitä, kun Tilauk- sen viivästyksen vuoksi purettu kohdan 11.6 mukaisesti.
- (4) Jos Toimittajan veloitteiden täyttäminen viivästyy Asiakkaasta johtuvasta syystä, Asiakas on siitä huolimatta velvollinen suorittamaan jokaisen maksun, joka on tehty riippuvaksi Toimittajan veloitteiden täyttämiseksi, aivan kuin velvoitteet olisi täytetty. Asiakkaan viivästyessä Toimittaja huolehtii tarvittaessa kohtuullisen ajan tuotteiden varastoinnista Asiak-kaan vastuulla ja kustannuksella. Tämän lisäksi Toimittaja on oikeutettu siirtämään veloitteidensa täyttämisen muiden toimitusvelvoitteidensa ja työtilanteensa edellyttämään ajankohtaan.
- (5) Mikäli Asiakkaalla on oikeus saada kohdan 11.2 mukainen suurin sopimus-sakko eikä toimitus vielä tapahtu tai voi tapahtua, Asiakas voi kirjallisesti vaatia Toimittajalta toimitusta, ottaen huomioon hankkeen laajuuden ja vaativuuden, kohtuullisen lisäajan kuluessa.
- (6) Jos Toimittaja ei täytä toimitusvelvoitettaan kohdan 11.5 mukaisessa lisä-ajassa, Asiakas voi kirjallisesti purkaa Tilauk- sen. Tämän lisäksi Asiakkaalla on Tilauksen purkautuessa oikeus vaatia korvausta Toimittajan viivästyksen aiheuttamista välittömistä vahingoista siltä osin kuin ne ylittävät sopimussakon. Korvauksen määrä on enintään 7,5 % Järjestelmän hinnasta.
- (7) Tässä kohdassa sovitun lisäksi Toimittaja ei ole velvollinen suorittamaan muita korvauksia viivästyksen tai siitä aiheutu-neen Tilauksen purkautumisen tai muiden seurausten johdosta.
- (8) Jos Asiakas ei täytä myötävaikeusvelvollisuuttaan, eikä Toimittaja voi tämän vuoksi täyttää Tilauk- sen, Toimittaja voi kirjallisesti purkaa Tilauksen siltä osin kuin Toimittajan toimitus estyy. Asiakas on tällöin velvollinen korvaamaan Toimitta-jalle syntyneen vahingon.

**12. VIRHEESTÄ TAI VIVÄSTYKSESTÄ ILMOITTAMINEN**

- (1) Asiakkaan on ilmoitettava tuotteen vastaanottotarkastuksessa havaittavissa olevat virheet neljäntoista (14) päivän kulu-essa toimituspäivästä (rekламаatio). Rekламаatio ja sen perusteella esitettävät vaatimukset on tehtävä kirjallisesti.
- (2) Asiakkaan on ilmoitettava Toimittajalle virheestä viimeistään neljäntoista (14) päivän kuluessa siitä, kun hän on havainnut virheen tai hänen olisi pitänyt havaita se.
- (3) Mikäli sopijapuoli havaitsee viivästyvänsä toimituksessaan tai velvoitteessaan tai että viivästys on todennäköinen, sopi-japuolen on viivytyksettä ilmoitettava toiselle sopijapuolelle esteestä ja sen vaikutuksesta.

**13. KORVAAVAT TUOTTEET, MUUTOKSET JA LISÄYKSET**

- (1) Toimittajalla on oikeus ilmoitettuaan siitä Asiakkaalle korvata Tilauksen mu-kaiset tuotteet toisilla tuotteilla, mikäli Tilauk- sen mukaisissa tuotteissa on havaittu virheitä tai muita laatuongelmia, tuotteita ei ole vaikeuksitta saatavissa, tuote on poistunut markkinoilta tai tuotteen valmistaja on korvannut tuotteen uudella tuotteella. Korvaavien tuotteiden on täytettävä Tilauksessa sovitut vaatimukset, ja niiden kapasiteetin on oltava yhtä suuri tai suurempi kuin alku-peräisten tuotteiden.
- (2) Toimittajalla on oikeus ilman edeltäviä selvityksiä Asiakkaalle tehdä Järjes-telmään ennen toimitusta parantavia muutok- sia tai muutoksia, jotka eivät olennaisesti vaikuta Järjestelmän toimintaan.
- (3) Asiakkaalla on oikeus muuttaa tuotetta vain Toimittajan kirjallisella luvalla.
- (4) Mikäli vastoin edellisessä kohdassa lausuttua muutetaan tuotetta ja vaikeutta-vat Järjestelmän normaalia tarkoituksenmu-kaista toimintaa tai Toimittajan vastattavana olevaa tuotteiden ylläpitoa tai huoltoa, eikä Asiakas Toimittajan vaatimuk- sesta suostu poistamaan muutoksia tai lisäyksiä, Toimittajalla on oikeus saada korvaus syntyvistä lisäkustannuksista sekä sovittaa takuu-, ylläpito- ja huoltoehdot muuttuneita olosuhteita vastaaviksi.

**Tom Allen Oy****YLEISET TOIMITUSEHDOT 1/2012****14. YLIVOIMAINEN ESTE**

- (1) Seuraavia seikkoja pidetään ylivoimaisena esteenä, mikäli ne tapahtuvat Tarjouksen tai Tilauksen tekemisen jälkeen ja estävät tai viivästyttävät velvoitteiden täyttämistä tai tekevät sen kohtuuttoman vaikeaksi: työselkkaus sekä jokainen muu seikka johon sopijapuoli ei kohtuudella voi vaikuttaa, kuten tulipalo, sota, kapina, takavarikko, valuuttarajoitukset, lain-säännökset ja viranomais-määräykset, vientilisenssin epääminen, yleinen tavaranniukkuus, käyttövoiman rajoitukset sekä edellä tässä kohdassa mainituista seikoista johtuvat alihankkijan toimituksissa olevat virheet taikka toimitusviivästykset.
- (2) Milloin Tilauksen täyttäminen vapauttamisperusteen johdosta viivästyy yli kuusi (6) kuukautta, kummallakin sopijapuolella on oikeus purkaa Tilaus siltä osin kuin on kohtuullista.

**15. ASIAKKAAN MAKSUKYKY**

Mikäli hakemus Asiakkaan asettamiseksi konkurssiin tulee vireille, Asiakas asetetaan selvitystilaan tai joutuu muuten vakaviin taloudellisiin vaikeuksiin siten, että on perusteltua syytä olettaa hänen velvoitteensa jäävän täyttämättä, eikä Asia-kas myöskään aseta Toimittajan kehotuksesta riittävää vakuutta velvoitteidensa täyttämiseksi, Toimittajalla on oikeus keskeyttää suori-tuksensa ja lisäksi oikeus purkaa Tilaus kokonaan tai määrättyiltä osin ilmoittamalla siitä kirjallisesti Asiakkaalle.

**16. IMMATERIAALIOIKEUDET**

- (1) Mikäli Asiakasta vastaan nostetaan kanne tai esitetään vaatimuksia sillä perusteella, että Järjestelmän käyttäminen Suo-messa loukkaa suojattua patenttia, tekijänoikeutta, tavaramerkkiä, mallisuoja- tai muuta immateriaali-oikeutta, Toimittaja huolehtii omalla kustannuksellaan Asiakkaan puolustuksesta tai, valintansa mukaan, tekee sovinnon sekä korvaa Asiakkaalle tämän puhevaltaa käyttäessään tuomioistuimen tai välimiesoikeuden lainvoimaisessa päätöksessä tai sovintosopi-muksessa Asiakkaan maksettaviksi langetetut korvaukset.
- (2) Toimittaja ei ole vastuussa Asiakkaalle oikeuksien loukkauksista, jotka aiheutuvat siitä, että Järjestelmää on muutettu tai käytetty tarkoitukseen, johon sitä ei ole suunniteltu tai hyväksytty, tai siitä, että Järjestelmää käytetään yhdessä toisen toimittajan toimittaman tuotteen kanssa tai vastoin Toimittajan antamia ohjeita.

**17. VAHINGONKORVAUSVELVOLLISUUS**

- (1) Kumpikaan osapuoli ei ole oikeutettu saamaan korvausta välillisistä vahingoista, mikäli tässä sopimuksessa ei ole toisin mainittu.
- (2) Asiakkaalla on oikeus saada Toimittajan sopimusrikkomusten johdosta aiheutuneista vahingoista vahingonkorvausta mahdolliset sopimussakot, hinnan-alennukset ja muut korvaukset mukaan lukien enintään määrä, joka vastaa 15 % Jär-jestelmän kauppahinnan yhteissummasta.
- (3) Edellä mainitut vastuunrajoitukset eivät koske tuotteen lain tai sopimuksen vastaisesta kopioinnista, käytöstä taikka vienti- ja luovutusrajoitusten rikkomisesta seuraavaa korvausvelvollisuutta tai korvausta tahallisesti tai törkeällä tuottamuksella aiheutetusta vahingosta.
- (4) Toimittaja ei vastaa siitä vahingosta, joka aiheutuu Järjestelmän asennuksesta syntyvästä melusta.
- (5) Toimittaja ei vastaa siitä vahingosta, joka aiheutuu asennus- ja/tai poraus-kaluston tai muun ajoneuvon tai koneen pai-nosta maapohjalle, tielle tai muulle alustalle.

**18. ASIAKIRJOJEN ETUSIJAJÄRJESTYS**

Sopimusasiakirjat täydentävät toinen toisiaan. Mikäli sopimuskokonaisuutta koskevat asiakirjat ovat keskenään ristiriidassa, noudatetaan niitä seuraavassa pätevyysjärjestyksessä:

1. Tilausasiakirja
2. nämä yleiset ehdot
3. tarjous

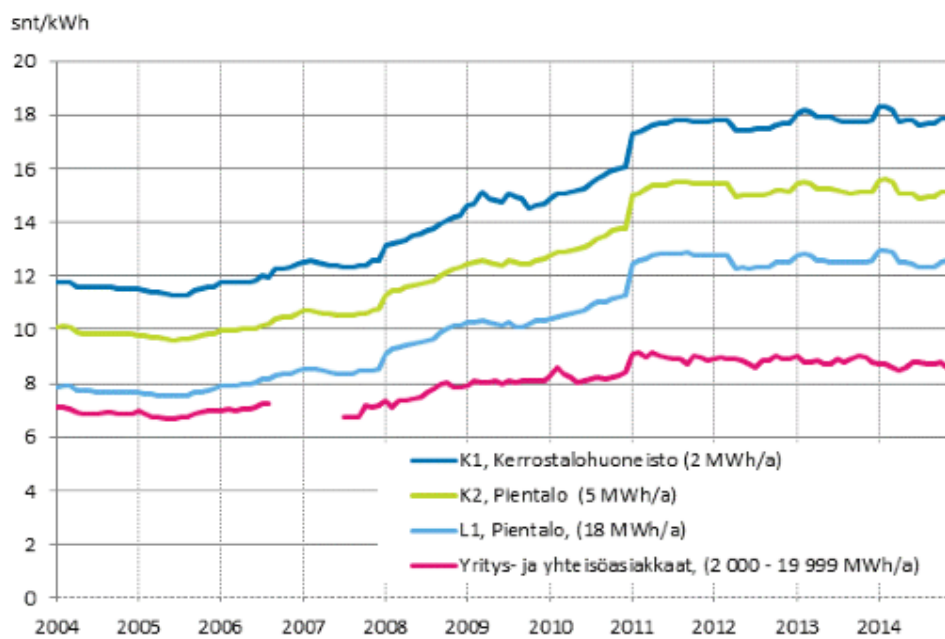
**19. MUUTOKSET, LISÄYKSET JA ILMOITUKSET**

Tilauksen muutokset ja lisäykset sekä sen edellyttämät ilmoitukset on tehtävä kirjallisesti.

**20. RIITAISUUKSIEN RATKAISEMINEN**

Riitaisuudet ratkaistaan ensi asteessa Porvoon käräjäoikeudessa. Mikäli Asiakas on kuluttaja, on hänellä oikeus saattaa riita-asia käsiteltäväksi kotipaikkansa alioikeudessa.



**Tilastokeskuksen kuvio: sähkö hinta kuluttajatyypeittäin****Liitekuvio 5. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin**

Lähde: Energiavirasto, Tilastokeskus

Lähde: Tilastokeskus, Energian hinnat

Lisätietoja: Ville Maljanen 029 551 2691, [energia@tilastokeskus.fi](mailto:energia@tilastokeskus.fi)

Vastaava tilastojohtaja: Leena Storgårds

Päivitetty 19.3.2015

**Viittausohje:**

Tilasto: Energian hinnat [verkkajulkaisu].

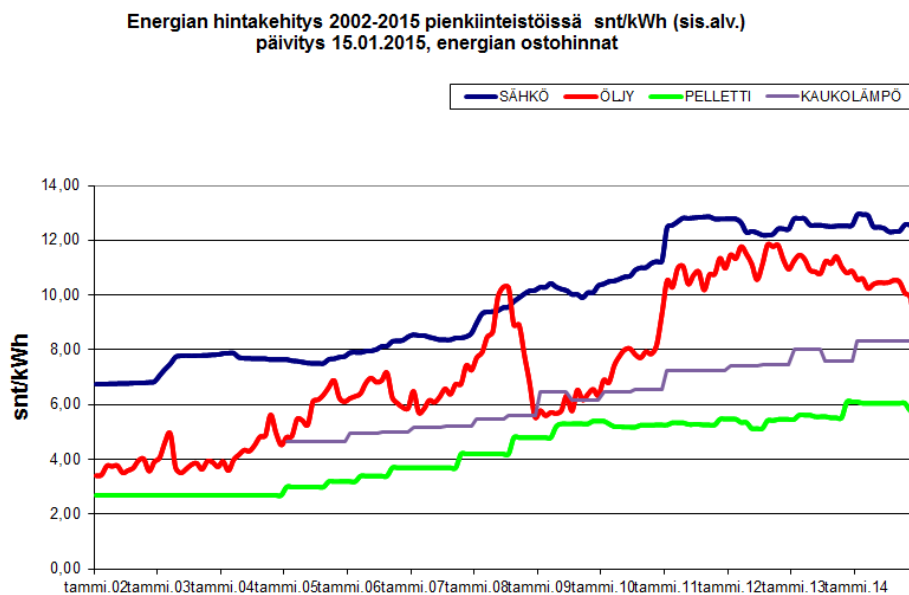
ISSN=1799-7984. 4. Vuosineljännes 2014, Liitekuvio 5. Sähkön hinta kuluttajatyypeittäin .

Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 22.4.2015].

Saantitapa: [http://www.stat.fi/til/ehi/2014/04/ehi\\_2014\\_04\\_2015-03-19\\_kuv\\_005\\_fi.html](http://www.stat.fi/til/ehi/2014/04/ehi_2014_04_2015-03-19_kuv_005_fi.html)

## Energian hintakehitys pienkiinteistöissä vuosina 2002-2015

Pellettienergiayhdistyksen tekemä tilasto. Lähteet Tilastokeskus, Öljyalan keskusliitto, Energiavirasto ja Energiateollisuus ry.



## Elinkaarilaskennan tulokset

## Suomen Talotekniikan Kehityskeskus Oy (TAKE)

## ELINKAARIKUSTANNUSLASKIN SAKU

## LÄHTÖARVOT

Kohde (nimi)

01650 Vantaa

## Vertailuvaihtoehtojen kuvaus

A Maalämpö

B Pellettikattila

## Kustannukset

	A	B
Hankintakustannus, €	28 095	24 176
Vuotuiset vesi- ja energiakustannukset, €/v	1 500	27
Vuotuiset huoltokustannukset, €/v	100	150

Uusimis- / hävityskustannukset, €

Vuosi		Vuosi	
5	500	2	50
10	500	3	50
12	2 500	4	50
15	500	5	550
20	500	6	50
0	0	10	950
0	0	11	50
0	0	12	1 500
0	0	13	50
0	0	14	50

## Laskennan reunaehdot

Elinkaaren pituus, v

20

Laskentakorko, %

3

## YHTEENVETO

	A	B	Nykyarvo- jen erotus A - B	Takai- sin- mak- suaik a n. 20 vuotta
Elinkaaren kokonaiskustannusten nyky- arvo, €	55 061	29 819	25 242	

